Aus dem Anatomischen Institut
der Freien Universität Berlin
Fachbereich I — Vorklinik
Geschäftsführender Direktor: H.-J. MERKER

ÜBER DAS VERHALTEN DER NEUROGLIA IN SATELLITENSTELLUNG VON GANGLIENZELLEN IM BEREICH DES MEDULLÄREN AKUSTIKUSKOMPLEXES WÄHREND DER PRÄ- UND POSTNATALEN ENTWICKLUNGSPHASE (MEERSCHWEINCHEN)

Inaugural — Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Melania Audick
aus Liebau

Berlin 1978

Aus dem Anatomischen Institut der Freien Universität Berlin
Fachbereich I — Vorklinik
Geschäftsführender Direktor: H.-J. MERKER

ÜBER DAS VERHALTEN DER NEUROGLIA IN SATELLITENSTELLUNG VON GANGLIENZELLEN IM BEREICH DES MEDULLÄREN AKUSTIKUS - KOMPLEXES WÄHREND DER PRÄ- UND POSTNATALEN ENTWICKLUNGSPHASE (MEERSCHWEINCHEN)

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Melania Audick
aus Liebau

Berlin 1978

Referent: Prof. Dr. med. Ewald Wüstenfeld
Korreferent: Prof. Dr. J. Cervós-Navarro

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 20. Juni 1978

Meinen Töchtern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung	7 - 10
II.	Zur Morphologie und Funktion der zentralnervösen Glia	11 - 15
III.	Material und Methode	16 - 18
	1.) präp.- histotechnischer Teil	16 - 17
	2.) Auswertung der Serienschnitte	17 - 18
IV.	Befunde	19 - 23
V.	Diskussion	24 - 30
VI.	Zusammenfassung	31 - 32
VII.	Abblidungen	33 - 36
VIII.	Tabellen und Diagramme	37 - 51
IX.	Literaturverzeichnis	52 - 66
X.	Verwendete Abkürzungen	67

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544719_0018

I. EINLEITUNG

Im Zusammenhang mit der Erforschung der akustischen Informationsübertragung galt das Interesse zunächst den Ganglienzellen der Hörbahn. Sehr bald wurden die Explorationen auf das gliöse Gewebe ausgedehnt, das bekanntlich im Zusammenspiel mit den Ganglienzellen eine funktionsmorphologische Einheit bildet.

Über die periphere und zentrale Glia liegen heute zahlreiche Untersuchungsergebnisse vor. Die Parameter der Ganglienzellen sind bisher weitaus häufiger untersucht und diskutiert worden als die der begleitenden Gliazellen.

Seit je her wird der Ganglienzelle eine dominierende Rolle zugeschrieben bei der Erregungsleitung, weshalb sie im Mittelpunkt funktionsmorphologischer Untersuchungen steht. So machte bereits HATAI (1902) detaillierte Angaben über Zahl und Gewicht von Ganglienzellen sowie über den feineren Aufbau von Spinalganglienzellen (1901). DRIESCH (1900), HERTWIG (1903) und JACOBJ (1935) stellten fest, daß sich die Kernvolumina der motorischen Vorderhornzellen innerhalb einer artspezifischen Variationsbreite bewegen. Diese Resultate konnten von KRANTZ (1951) bestätigt werden, nachdem sie 1947 Kerngrößenabnahmen der motorischen Vorderhornzellen unter Narkotikaeinfluß beobachtet hatte.

Bei der Exploration der akustischen Informationsübertragung führten funktionsmorphologische Untersuchungen von NEUBERT (1952, 1954, 1954/1955), MERKLE (1954), BECK (1955), NEUBERT und WÜSTENFELD (1955) sowie WÜSTENFELD und SPRENGER (1958) zu einer Vertiefung unserer Kenntnisse. So führten WÜSTENFELD und SPRENGER (1958) variationsstatistische Untersuchungen an Sinneszellen des Cortischen Organs durch. 1957 gelang es WÜSTENFELD anhand experimenteller Untersuchungen das Problem der Schallperzeption am Innenohr durch Analyse der Kerngrößen äußerer Sinneszellen weiter zu erhellen. Er konnte Schwerpunktbildungen bei der Lokalisation verschiedener Frequenzen nachweisen und

kam zu Ergebnissen, die mit denen von BÉKÉSY (1928, 1929, 1944) weitgehend korrespondieren. HARTZENDORFF et alii (1961) lösten an den inneren Haarzellen des Cortischen Organs durch kontinuierliche Schallreize Kernschwellungen aus. Dieses Phänomen war, wie erwähnt, bisher nur an den äußeren Haarzellen registiert worden. Ebenfalls mit der Frage der Frequenzanalyse beschäftigte sich KALLENBACH (1969): er fand nunmehr im Bereich des medullären Akustikuskomplexes beim Meerschweinchen als Reaktion auf Reintonbeschallungen Kernvolumenvergrößerungen der Ganglienzellen. Jedoch gelang es ihm nicht, tonspezifische Ansprechareale auszumachen.

Im Verlauf ihrer weiteren Untersuchungen sahen WÜSTENFELD und SCHILLING (1966) als Reaktion auf Reintonbeschallungen Veränderungen der Nisslsubstanz im Ganglion spirale cochleae. Ferner stellte WÜSTENFELD mit HALBFAS (1965) fest, daß Größenzunahmen der Kerne im Bereich des Ganglion spirale cochleae als Folge von Reintonbeschallungen auftreten. HILLER (1974), die ebenfalls im Bereich der Hörbahn Untersuchungen vornahm, fand geschlechtsspezifische Unterschiede der Ganglienzellen des medullären Akustikuskomplexes beim Meerschweinchen, wonach die weiblichen Tiere einen größeren Kern als die männlichen aufweisen. Daß der Zellkern beim erwachsenen Tier keine konstante Größe ist, sondern je nach Funktionszustand sein Volumen ändert, zeigen die Untersuchuggen von GLEISS (1967), WÜSTENFELD und GLEISS (1969), WÜSTENFELD (1972) und FINCK (1973), die durch Reintonbeschallungen Ganglienzellkernvergrößerungen im medullären Akustikuskomplex induzierten. Dabei war das Ausmaß der Volumenzunahme abhängig von der Frequenz und der Intensität der applizierten Schallreize. 1970 untersuchte WÜSTENFELD mit G. und H.KALLENBACH das Verhalten von Kerngröße und Nisslsubstanz der Ganglienzellen des med. Akk. beim Meerschweinchen und sahen mit wachsender funktioneller Kernschwellung eine Abnahme der Nisslsubstanz.

Im Rahmen seiner Untersuchungen über das morphologische und funktionelle Verhalten der Neuroglia ermittelte NIESSING (1950) faßbare Neurogliaveränderungen unter Narkose: wobei er Zu- und Abnahmen der Zellfortsätze, wechselndes Ausmaß der Verzweigung der Zellfortsätze sowie variable Anzahl der Endfüßchen an den Blutgefäßen fand. Er stellte unter Narkose eine besonders enge Verbindung zwischen Glia einerseits und Ganglienzellen und Blutgefäßen andererseits fest, und schrieb aufgrund dieses Verhaltens der Glia eine Ausscheidungsfunktion zu. KULENKAMPFF (1952) untersuchte die Neuroglia in den Vorderhörnern des Rükkenmarks unter dem Reiz physiologischer Tätigkeit (Schwimmen) und registrierte einen zahlenmäßigen Anstieg der gangliennahen Glia bei gleichzeitiger Zunahme ihrer Protoplasmagranulation.

1954 stellten KULENKAMPFF und WÜSTENFELD mittels Erweiterung der oben genannten Versuchsanordnung eine reversible Volumenvergrößerung der Satellitenkerne im Bereich des Rückenmarks der weißen Maus durch funktionelle Belastung fest. Speziell mit dem Verhalten der Satellitendichte im Bereich des med. Akk. des Meerschweinchens bzw. der beigeordneten Kerne beschäftigte sich KOLB (1971). Sie fand einen Anstieg der Satellitenzahl, der abhängig ist von der Höhe der applizierten Frequenz und der Reizdauer bis zu einem Maximum; bei langer Reizzeit fielen die Satelliten zahlenmäßig wieder ab. Zur gleichen Zeit (1971) berichtete SCHIMPF über Kerngrößenveränderungen der Ganglienzell-Satelliten im med. Akk. nach dosierter Reintonbeschallung. Danach steigt die Satellitenzahl mit zunehmender Reizdauer bis zu einem Maximum, das bei 50 Hz und 1000 Hz nach 8 Stunden, bei 5000 und 10 000 Hz nach 4 Stunden erreicht wird. Bei längerer Reizdauer fällt die Satellitenzahl ab. 1973 veröffentlichte WILHELM seine Untersuchungsergebnisse über das Verhalten der Neuroglia nach Reintonbeschallung. Er registrierte nach Reintonapplikation eine Vergrößerung der Satellitendichte innerhalb der Oliva sup. beim Meerschweinchen. ELBEN (1973) fand bei seiner Gegenüberstellung von männlichen und weiblichen Tieren eine 32 % größere Satellitendichte als bei männlichen im Bereich des med. Akk. beim Meerschweinchen.

BACHMANN (1976) wertete die Ganglienzellkernvolumina im med. Akk. beim Meerschweinchen während der Entwicklung aus (variationsstatistisch). Dabei stellte sie fest, daß die postnatalen Ganglienzellen im Mittel 47 % kleiner als die pränatalen sind. In analoger Versuchsanordnung zu BACHMANN (1976) wird in der vorliegenden Arbeit das Verhalten der neurogliösen Elemente in Satellitenstellung während der prä- und postnatalen Entwicklung geprüft. Dabei werden folgende Fragen ventiliert:

1. Ist die Satellitendichte während des normalen Entwicklungsablaufs eine konstante oder eine variable Größe?
2. Bestehen zwischen dem prä- und postnatalen Kollektiv Differenzen hinsichtlich der Satellitendichte?
3. Bestehen Differenzen zwischen dem rechten und linken med. Akk.?
4. Treten Schwerpunktbildungen innerhalb der drei Sektoren des med. Akk. auf, die für eine tonotope Gliederung des med. Akk. sprechen?
5. Bestehen korrespondierende Schwankungen zwischen den Ganglienzellkernvolumina (BACHMANN, 1976) und der Satellitenzahl im Bereich des med. Akk. während der normalen Entwicklung?

II. ZUR MORPHOLOGIE UND FUNKTION DER ZENTRALNERVÖSEN GLIA

Der Begriff Neuroglia ist mit dem Namen VIRCHOW (1846) eng verbunden, der mit dieser Bezeichnung eine autochthone Zellart charakterisierte, die den Raum zwischen den einzelnen Nervenzellen ausfüllt und diese miteinander in einer Art Kittsubstanz verbindet. Nach seinem Dafürhalten übt die Neuroglia ausschließlich Stütz- und Versteifungsfunktionen aus.
In den Mitteilungen von KOELLIKER (1891), WEIGERT (1895), GOLGI (1894) sowie VON LENHOSSEK (1895), HELD (1903, 1909), BIELSCHOWSKY (1935), PETERSEN (1935) und STÖHR (1950) wird die Neuroglia zwar ebenfalls vorzugsweise als Stützgewebe beschrieben, doch weist HELD (1903) darauf hin, daß die Neuroglia über weitere Potenzen verfügt. Seiner Auffassung nach stellt sie den Hauptträger der Saftströmung im ZNS und somit des zentralnervösen Stoffwechsels dar. Er machte außerdem auf die "Körnelung des Protoplasmas" aufmerksam und interpretierte diese als eingelagerte Baustoffe zur Ernährung der nervösen Substanz. Darüberhinaus erkannte er bereits die Fähigkeit der Neurogliazellen zur Phagozytose und des Standortwechsels.
Gleichsinnige Untersuchungsergebnisse publizierte ALZHEIMER (1910), der im Zusammenhang mit regressiven Veränderungen der nervösen Substanz Gliazellen mit amöboider Beweglichkeit beobachtete. In der Granulation des Protoplasmas sahen HORTEGA (1916, 1921), ACHUCARRO (1915) und RAMON Y CAJAL (1911) das anatomische Substrat der neurogliösen Sekretionsleistung.
NAGEOTTE (1929) faßte aufgrund einer mutmaßlichen Sekretionsleistung die Oligodendroglia insgesamt als eine interstitielle Drüse auf. Dieser Ansicht schlossen sich ACCHUARO (1915) und RAMON Y CAJAL (1932) an. Sie hielten unter anderem auch dafür, daß diese "Drüse" sogar "endogene Gifte" zu neutralisieren vermag. Sie charakterisierten die Neuroglia als ein Bindeglied zwischen Nervenzellen und Gefäßstrom. Ihrer Meinung nach ist folglich ein Stoffaustausch nur über die Neuroglia möglich, die demnach als Zellrelais funktioniere. Während der Passage durch die Gliazelle soll die Absorption kataboler Stoffe und damit die antitoxische Leistung stattfinden.

HORTEGA (1916, 1921) berichtet über die Fähigkeit der Neuroglia zur Myelogenese. Er hält für diese Leistung die Astrozyten, HILD (1957) dagegen die Oligodendrozyten für entsprechend spezialisiert.

Einen wesentlichen Beitrag im Zusammenhang mit der Erforschung des Leistungsspektrums der Neuroglia verdanken wir KRBEK (1955), der in den Satelliten eine Eiweißsynthese im Dienste der Nervenzelle nachwies. ALTMANN (1955), der ebenfalls den Eiweißumsatz in der Zelle prüfte, registrierte einen erhöhten Eiweißumsatz nach physiologischer Reizung.

In den klassischen Arbeiten der spanischen Schule (HORTEGA, 1916; RAMON Y CAJAL, 1932) werden die verschiedenen Gliaformen definiert. Danach setzt sich das gliöse Gewebe aus 4 verschiedenen Grundtypen zusammen:

1. den Astrozyten
2. den Oligodendrogliazellen
3. den Hortegazellen
4. den Ependymzellen.

In diesen Arbeiten wird zudem eine Klassifikation der Neurogliazellen in Makro- und Mikrogliazellen vorgenommen, wobei die Oligodendroglia der letzteren entspricht. Sie ist durch eine geringe Anzahl von Zellfortsätzen gekennzeichnet. Nach BIELSCHOWSKY (1935) rekrutieren sich aus den Oligodendrogliazellen die Trabanten- oder Satellitenzellen. Ihnen sind alle diejenigen Oligodendrozyten zuzuordnen, die topographisch eine sehr enge Beziehung zu den Ganglienzellen aufweisen. NIESSING (1936, 1950, 1952), KULENKAMPFF (1952), HORSTMANN (1960/61), BARGMANN (1967) und BUCHER (1970) sind ebenfalls der Meinung, daß die Oligodendroglia die Satelliten stellt.

Im Gegensatz dazu vertreten SCHAFFER (1915, 1933) und PETERSEN (1935) die Auffassung, daß die Neuroglia in Satellitenstellung in die Gruppe der Hortegazellen einzureihen ist.

STÖHR (1969) wiederum meint, daß diese Elemente sowohl von den Oligodendrozyten als auch den Hortegazellen stammen können. Zu dem gleichen Schluß kommt KRBEK (1955) anhand seiner Experimente am Rückenmark der weißen Maus. Er konnte nachweisen, daß die Gliazellen über die Fähigkeit der Lokomotion verfügen. Er beobachtete, daß sich prinzipiell alle Gliazelltypen in Satellitenstellung begeben können. LUSE (1956), FAHRQUAHR und HARTMANN (1957), MAYNARD et alii (1957) halten dafür, daß die verschiedenen Gliazelltypen fließend ineinander übergehen können. Bereits HORTEGA (1916) verwendet den Begriff des Satelliten und unterscheidet je nach den Strukturen, denen die Gliazellen zugeordnet sind: neutrale, ganglinäre, faszikuläre und vaskuläre Satelliten.

POLAK (1965) unterscheidet 3 Fraktionen von Satelliten je nach Art des Substrats, dem die Satelliten topographisch beigeordnet sind:

1. die neuronalen Satelliten.
   Sie sind gekennzeichnet durch die enge topographische Beziehung zu den Nervenzellen und deren Dendriten.
2. die vaskulären Satelliten.
   Sie liegen den Blutgefäßen unmittelbar an.
3. die intermediären Satelliten.
   Sie füllen den Raum zwischen Nervengewebe und Blutgefäßen aus.

NIESSING (1952), der etwa die gleiche Klassifizierung vornimmt, beobachtete eine Zunahme der vaskulären Satelliten während des Winterschlafs. Im Wachzustand fand er hingegen die neuronale Glia zahlenmäßig erhöht. Daraus schloß er, daß die Satelliten ihre Beziehung zum Gefäßapparat lösen und unter Formveränderung aktiv zum ZNS wandern können. HYDEN und LANGE (1962) machten die gleichen Beobachtungen und deuteten dieses Verhalten chemotaktisch. Bis heute ist dieses Phänomen jedoch noch nicht in alle Einzelheiten erforscht.

Über die Stammzelle der Neuroglia gehen die Meinungen auseinander. So hält BIELSCHOWSKY (1935) dafür, daß sich die Mikroglia vom Ektoderm, die Makroglia vom Mesenchym ableitet. BARON und GALLEGHA (1972) führen die Mikroglia auf das Mesoderm zurück. GLEES (1955) hingegen meint, daß sich ein Neurogliatyp vom Neuroektoderm, der andere vom Mesoderm aus entwickelt. POLAK (1965) nimmt gleichfalls eine Zweiteilung vor: auf der einen Seite die vom Ektoderm abgeleitete Gruppe der Makroglia, zu der die Astrozyten, Oligodendrozyten und Glioepithelzellen zu zählen sind und auf der anderen Seite die sich vom Mesoderm entwickelnde Gruppe der Mikroglia, zu der die Hortegazellen gehören. Nach HORTEGA (1921) ist jeder Astrozyt ein histiophysiologisches Element, das sowohl in Beziehung zu den Kapillaren als auch zu den Nervenzellen steht. Hierdurch wird die Glia in die Lage versetzt, sowohl mechanische, trophische, sekretorische wie auch antitoxische Funktionen auszuüben.

Entscheidende Kenntnisse über das Verhalten der Satelliten unter veränderten Bedingungen brachten die funktionsmorphologischen Experimente von KULENKAMPFF (1952), KULENKAMPFF und WÜSTENFELD (1954) sowie KOLB (1971). Sie kamen zu dem Schluß, daß jede physiologische Reizeinwirkung mit einer zahlenmäßigen Erhöhung der in Satellitenstellung befindlichen Gliazellen beantwortet wird. Sie fanden gleichzeitig eine signifikante Vergrößerung der Satellitenkerne im Vergleich zu den Kernen freier Gliazellen. Die Untersucher werteten diese Ergebnisse im Sinne einer Leistungssteigerung der Satellitenzelle. Mit

diesen Untersuchungsergebnissen stimmen die Befunde von PANNESE (1964) überein, der bei Stoffwechselsteigerung einen Kernvolumenzuwachs der Satellitenzellen fand. Er sah darin eine Stoffwechselsteigerung innerhalb der Satellitenzellen zugunsten der zugehörigen Neurone. FRIEDE (1953 b, 1954 a) folgerte aus dem Glykogennachweis auf eine trophische Funktion der Gliazellen. Die daraus resultierende Frage, ob der Stofftransport zwischen Satelliten- und Ganglienzelle durch Diffusion oder einen aktiven Transportmechanismus erfolgt, ist bisher noch nicht endgültig entschieden. LUMSDEN, C.E. und POMERAT, C.M. (1951) und NIESSING (1957) sehen durch die Pulsationen in Zellkulturen von Gliazellen mehr einen aktiven Transportmechanismus. GLEES (1955) und CAMMERMEYER (1960) folgern aus der engen topographischen Lage des Satelliten zur Ganglienzelle auf einen funktionellen Nexus im Sinne eines interstitiellen Stofftransports zwischen ihnen. Für eine als Ammenfunktion zu bezeichnende Rolle der Satelliten sprechen die Untersuchungsergebnisse von SHIMIZIU (1965). In Zellkulturen verfolgte er das Verhalten von Spinalganglienzellen 8 - 16 Tage alter Hühnerembryonen. Dabei zeigten Neurone ohne Satelliten eine hohe Empfindlichkeit gegenüber polarisiertem Licht und hatten eine kurze Überlebensdauer, während Neurone mit Satelliten gegenüber polarisiertem Licht weniger empfindlich waren, eine lange Überlebenszeit aufwiesen und zu reifen Neuronen mit Myelinisierung ausdifferenzierten. Aufgrund dieser Ergebnisse stellt SHIMIZIU (1965) fest :
"Therefore, support by satellite cells may be considered as essential for the maturation and differentiation of sensory ganglion cells."

III. MATERIAL UND METHODE

a) Präparatorisch - histotechnischer Teil

Da KULENKAMPFF und KÖHLER (1961) bei ihren Untersuchungen geschlechtsabhängige Kerngrößenunterschiede bei somatischen Zellen, ELBEN (1973) geschlechtsspezifische Unterschiede der Neurogliadichte im Bereich des med. Akk. des Meerschweinchens und HILLER (1974) geschlechtsspezifische Unterschiede an Ganglienzellen im med. Akk. des Meerschweinchens aufzeigen konnten, zogen wir für unsere Untersuchungen nunmehr ausschließlich männliche Tiere heran.

Unsere 12 Versuchstiere setzten sich aus 2 gleichgroßen Gruppen zusammen:

1. dem pränatalen Kollektiv
2. dem postnatalen Kollektiv

Nach WÜSTENFELD und MÖSELER (1970) beträgt die Tragzeit des Meerschweinchens 66 Tage. Ab dem 120. Lebenstag gilt das Tier als geschlechtsreif.

Bei unseren Untersuchungen kamen keine Narkotika zur Anwendung, da NIESSING (1950), KRANTZ (1947, 1954), ADHAMI und BOSSE (1971) sowie ADHAMI und AGBOWU (1971) durch ihre Verwendung Änderungen der Zellgröße bzw. der Zellkerngröße beobachteten und diese in unseren Untersuchungen berücksichtigt werden müssen.
Die zur Exploration verwendeten Tiere wurden im institutseigenen Stall unter stets gleichbleibenden Bedingungen aufgezogen. Ihre Tötung erfolgte durch Dekapitation zur jeweils gleichen Tageszeit, da nach KULENKAMPFF und KOLB (1960) circadiane Größenschwankungen der Zellkerne vorliegen. Unmittelbar nach Tötung wurde das Gehirn präpariert und in 4 % Formol 48 h lang fixiert, um postmortale Gewebs- und Kerngrößenveränderungen möglichst konstant zu halten; nach WÜSTENFELD (1955, 1956, 1957) und ROMEIS (1948) hat jede histologische Präparation

in Abhängigkeit von der Fixierungsmethode und Einbettung, eine Gewebs- bzw. Kernschrumpfung zur Folge. Im Anschluß daran nahmen wir die Dehydrierung mittels aufsteigender Alkoholreihe bei gleichbleibendem Zeitschema (Autotechnikon) vor. Danach betteten wir das Gewebe in Paraplast ein und fertigten davon Horizontalschnitte durch den Hirnstamm an. Da sich nach HOFFMANN (1957) und HAUG (1967) die Durchmesser der Ganglienzellkerne im Bereich des med. Akk. beim Meerschweinchen in einer Größenordnung von etwa 10 µm bewegen, fertigten wir unsere Serienschnitte in einer Schichtdicke von 10 µm an. Im weiteren Verlauf erfolgte Entparaffinierung mit Xylol und Färbung mit Kresylviolett. Hierbei arbeiteten wir nach einem konstanten Zeitschema, da nach WÜSTENFELD (1956, 1957) die Färbungszeit die Kernvolumina verändert.

b) Auswertung der Serienschnitte

Auf der lichtmikroskopischen Aufnahme Nr. 1 (Seite 33) ist gut erkennbar, daß der re und li med. Akk. der Medulla oblongata kappenförmig angelagert ist. Er besitzt eine schalenförmige stratographische Gliederung in 3 Areale (siehe Abb. 3, Seite 35), wie sie von SALA (1893) bei der Katze, von WÜSTENFELD und GLEISS (1969) beim Meerschweinchen beschrieben wurden:

1. peripher befindet sich die subpiale Körnerschicht mit spärlichen Ganglienzellen und
2. zentral ist eine aus parallel verlaufenden Neuriten aufgebaute Faserschicht gelegen.
3. Zwischen beiden Arealen breitet sich eine Zone aus, die sich aus multipolaren Ganglienzellen und deren Glia zusammensetzt. (Abb. 4 und 5, Seite 36)

Zur Auszählung der Satelliten ist diese 3. Schicht durch den relativ großen Abstand der Ganglienzellen am besten geeignet. Wir gliederten sie bei der Auszählung ihrer Satelliten jeder-

seits in einen anterolateralen, einen mediolateralen und einen dorsomedialen Sektor. Wir nahmen diese Untergliederung vor, da ROSE, et alii (1957) eine Projektionsachse im med. Akk. hinsichtlich der Frequenzrepräsentation fanden und wir ebenfalls untersuchen wollten, ob sich eine solche auch bei der Satellitendichte nachweisen läßt. Zu diesem Zweck werteten wir aus jedem der 6 Sektoren 250 Ganglienzellen auf ihre Satelliten aus. Pro Entwicklungsstufe, d.h. pro Versuchstier kamen mithin 1 500 Ganglienzellen zur Auswertung, insgesamt ergibt das eine Summe von 18 000 Ganglienzellen, die auf ihre Satellitendichte hin untersucht wurde. Als Satelliten gingen in unsere Untersuchungen nur solche Gliazellen ein, die sich in der Kernebene der betrachteten Ganglienzellen befanden und deren Abstand vom betreffenden Ganglienzellkern nicht mehr als 7 - 9 µm betrug. Es handelt sich demnach bei unseren Ergebnissen um die Satellitendichte bezogen auf die jeweilige Kernebene, nicht jedoch um die absolute Satellitenzahl, die sehr viel höher liegen dürfte.

Die Überprüfung einer Übereinstimmung bzw. signifikanten Abweichung der Mittelwerte der einzelnen Sektoren wurde mit dem t - Test nach Student mit dem Compucorp 125 E Scientist durchgeführt. Dazu sind die festgestellten Mittelwerte und deren Standardabweichungen von den jeweils 2 zu vergleichenden Sektoren in den Computer gegeben worden, um die zugehörigen t - Werte zu erhalten. Aus diesen t - Werten ergibt sich aus den Studentverteilungstabellen der entsprechende α - Wert, der ein Maß für die Signifikanz darstellt. Das bedeutet, wenn α kleiner ist als α_G (Signifikanzschranke), so ist die Abweichung als signifikant zu bezeichnen, die beiden zu vergleichenden Werte sind in diesem Fall als nicht übereinstimmend, und ist α größer als α_G (Signifikanzschranke), so sind die beiden miteinander verglichenen Werte als übereinstimmend definiert.

IV. BEFUNDE

Die mit vorstehender Methodik gewonnenen Ergebnisse sind in der Tabelle 1 - 4 und den Diagrammen 1 - 13 der Seite 39 - 51 zusammengefaßt. In Tabelle 1 sind die t - Werte nach Student eingetragen, die sich aus den Studentverteilungstabellen bei einem Vergleich der einzelnen Sektoren miteinander ergeben. Tabelle 2 enthält die Mittelwerte für die S/G. Tabelle 3 und 4 geben Aufschluß über die Häufigkeits- und Prozentverteilung der S/G innerhalb der einzelnen Entwicklungsstufen.

Diagramm 1: graphische Darstellung der Werte aus Tabelle 3

Diagramm 2: prozentuale Verteilung der Ganglienzellen ohne Satelliten

Diagramm 3: dasselbe für die Ganglienzellen mit 1 Satelliten

Diagramm 4: dasselbe für die Ganglienzellen mit 2 Satelliten

Diagramm 5: dasselbe für die Ganglienzellen mit 3 oder mehr Satelliten

Diagramm 6: gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Satelliten, mithin eine zusammenfassende Darstellung der Diagramme 2, 3, 4 und 5. Einzelwerte siehe Tabelle 3

Diagramm 7: entspricht der graphischen Darstellung der erfaßten Satellitenzahl prä- und postnatal (gemittelte Werte für beide Akk.)

Diagramm 8: parallele Darstellung der Satellitendichte für rechten und linken Akk. prä- und postnatale Satellitendichte

Diagramm 9: graphische Darstellung der Satellitendichte innerhalb der einzelnen Sektoren des re med. Akk.

Diagramm 10: das gleiche für den li med. Akk.

Diagramm 11: graphische Darstellung der S/G prä- und postnatal der korrespondierenden anterolateralen Sektoren beider med. Akk.

Diagramm 12: desgleichen für die mediolateralen Sektoren

Diagramm 13: desgleichen für die dorsomedialen Sektoren.

Aus den vorstehenden Tabellen und Diagrammen ist zu entnehmen, daß die Satellitendichte keine konstante Größe ist, sondern erheblichen Schwankungen unterliegt. Der größte von uns festgestellte Wert befindet sich am 55. Et. (Embryonaltag) mit 1,22 S/G, der niedrigste Wert am 50. Lt. (Lebenstag) mit 0,37 S/G. Innerhalb dieser Extremwerte bewegen sich alle übrigen Werte. Sie sind im Einzelnen abhängig vom Alter der Versuchstiere, differieren, wenn auch unerheblich, zwischen re und li med. Akk., innerhalb der einzelnen Sektoren eines jeden Akk. .

Bei Betrachtung der prozentualen Verteilung der Satelliten auf 18 000 ausgewerteten Ganglienzellen (siehe Tabelle 4 und Diagramm 1), ist festzustellen, daß 37,3 % der untersuchten Ganglienzellen "nackt", d.h. frei von neurogliösen Elementen in Satellitenstellung sind; 46,4 % sind von 1 Satelliten, 15,2 % von 2 und 1,1 % von 3 oder mehr Satelliten umgeben.

Stellt man die prä- und postnatale Satellitendichte gegenüber (Diagramm 7), so sind außerdem Maximum am

55. Et. mit einem Wert von 1,22 S/G noch weitere, jedoch zahlenmäßig niedrigere festzustellen:

am 45. Et. mit 1,01 S/G
am 80. Lt. mit 0,98 S/G
am 50. Et. mit 0,96 S/G

Die geringste Satellitendichte, d.h. die größte Satellitenverdünnung, befindet sich am

50. Lt. mit nur 0,37 S/G.

Weitere Minima, die jedoch zahlenmäßig darüber liegen, sind festzustellen:

am 20. Lt. mit 0,53 S/G
am 120. Lt. mit 0,55 S/G
am 60. Et. mit 0,63 S/G

Die Satellitendichte zeigt unmittelbar vor dem Geburtstermin (siehe Diagramm 7) eine fallende Tendenz, die nach der Geburt kontinuierlich bis zum 50. Lt. anhält. Zu diesem Entwicklungszeitpunkt erreicht die Satellitendichte den niedrigsten Wert in unserer Versuchsreihe mit 0,37 S/G, vice versa sind in diesem Stadium der Entwicklung 69 % der 18 000 ausgewerteten Ganglienzellen frei von neurogliösen Elementen in Satellitenstellung. Während der weiteren Entwicklung steigt die Satellitendichte bis zu einem Wert von 0,98 S/G an und erreicht damit den einzigen Maximalwert in der postnatalen Entwicklungsphase. Nach diesem Maximum sinkt die Satellitendichte erneut, bis auf einen Wert von 0,55 S/G beim nun geschlechtsreifen Tier am 120. Lt. .

Prüft man die mittlere prä- und postnatale Satellitendichte, so ergibt sich für das pränatale Kollektiv ein Wert von 0,91 S/G, für das postnatale ein Wert von 0,63 S/G. Somit besteht ein Verhältnis von 3 : 2, d.h. die pränatale Satellitendichte liegt um ein Drittel höher als die postnatale, die nur 69 % der pränatalen erreicht.

Das Diagramm 8 (Seite 46) gibt eine dissoziierte Übersicht über das Verhalten der re und li med. Akk.: bis auf eine geringfügige Abweichung am 50. Et. besteht in allen Entwicklungsstufen Kongruenz.

In den Diagrammen 11 - 13 sind jeweils die Werte der korrespondierenden Sektoren beider med. Akk. graphisch dargestellt: im Diagramm 11 werden dementsprechend die anterolateralen, im Diagramm 12 die mediolateralen und im Diagramm 13 die dorsomedialen Sektoren miteinander verglichen. Wir stellen hier ebenfalls Kongruenz bis auf die schon erwähnte Abweichung am 50. Et. fest. Da wir fortlaufend bei allen übrigen Entwicklungsstufen parallele Schwankungen haben, könnten diese isoliert auftretenden Differenzen methodisch erklärbar sein.

Wie Diagramm 7 veranschaulicht, zeigt die mittlere Satellitendichte während der normalen Entwicklung deutlich Schwankungen. Die Varianz betrifft beide med. Akk. wie aus Diagramm 8 ablesbar ist. Insgesamt verhalten sich re und li med. Akk. bezüglich der Satellitendichte annähernd kongruent. Der li med. Akk. weist eine um 0,03 S/G höher liegende Dichte als der re auf. (re: 0,35 S/G , li: 0,38 S/G)

Nach FUCHS (1969):ist die Stichprobenzahl n größer als 200 (in unserer Meßreihe n= 250), so ist die Abweichung des Mittelwertes $\bar{X}$ vom Mittelwert bei unendlicher Stichprobenzahl zu vernachlässigen (wie der t - Test und der daraus errechnete tatsächliche Mittelwert μ ergibt), da die Abweichungen alle unter α = 0,001 liegen, d.h.: die von uns festgestellten Mittelwerte liegen näher als 1 ‰ an dem Mittelwert bei ∞ Stichprobenanzahl.

In den Diagrammen 9 und 10 sind für den re und li med. Akk. die einzelnen Sektoren dissoziiert dargestellt. Dabei befindet sich die größte Satellitendichte jeweils im dorsomedialen Sektor, und zwar durchgehend während des gesamten Beobachtungszeitraumes. Die niedrigste Satellitendichte tritt dagegen

stets im anterolateralen Sektor auf, ebenfalls durchgehend durch den gesamten Beobachtungszeitraum. Wir haben somit aufgrund unserer Untergliederung des med. Akk. eine Schwerpunktbildung feststellen können. Diese Schwerpunktbildung steht in Analogie zu den Untersuchungsbefunden von BACHMANN (1976), die bei den Kerngrößenbestimmungen der Ganglienzellen in diesem Sektor deutlich höhere Werte als im mediolateralen und anterolateralen fand. Die niedrigsten Werte stellte sie wie wir im anterolateralen Sektor fest.

V. DISKUSSION

JACOBJ (1935) untersuchte die Zellkerngröße beim Menschen und kam zu der Feststellung: " ... daß die typischen Kernvolumina der verschiedenen Zellarten sich als ganzzahlige Multipla eines elementaren Grundquantums darstellen." JONAS (1951) gibt zur Nucleus-Nucleolus-Relation folgenden Kommentar: "Durch eine Gegenüberstellung der Volumina der Nucleolen und der Volumina der ihnen zugehörigen Zellkerne konnte eine Regelmäßigkeit der Volumenverhältnisse bei den verschiedenen Kerngrößen festgestellt werden. Es zeigte sich, daß kleine Zellkerne auch kleine und mittlere und große Zellkerne ihnen in einem bestimmten Zahlenverhältnis größenmäßig entsprechende Nucleolen haben, und zwar sind diese Verhältnisse nach Zellart und Kerngröße verschieden. Hieraus könnte man auf eine gesetzmäßige Größenzunahme des Nucleolus im Verlauf des Kernwachstums schließen." In Korrespondenz zu dieser Gesetzlichkeit der Zellparameter können wir feststellen, daß die Satellitenzahl/ Ganglienzelle im Laufe der normalen Entwicklung nicht unübersehbar variiert, sondern jeder Entwicklungsstufe eine zahlenmäßig festgelegte Ganglienzell-Satelliten-Relation entspricht, deren Mittelwerte sich innerhalb der Grenzen von 1,22 S/G im Maximum und 0,37 S/G im Minimum bewegen. Aus dem Diagramm 7 ist für jede Entwicklungsstufe die dazugehörige Satellitendichte ablesbar. Entsprechend den Forderungen BUCHERS (1970), für einen reproduzierbaren Vergleich zwischen prä- und postnatalem Entwicklungsablauf einheitliche Versuchsbedingungen einzuhalten, haben wir unseren Untersuchungen eine genügend große Anzahl von Versuchstieren zugrunde gelegt, die unter stets gleichbleibenden Bedingungen aufgezogen wurden. Unsere Versuchsreihe stellt die zahlenmäßige Beziehung der Satelliten-Ganglienzellen während der normalen Entwicklung dar und kann als Vergleichsgrundlage für alle Untersuchungen über das Verhalten der Satelliten unter veränderten physiologischen oder pathologischen Bedingungen dienen. Einen analogen Ausgangswert bezüglich der Ganglienzellkernvolumina im Bereich des med. Akk. des Meerschweinchens hat die Versuchs-

reihe von BACHMANN (1976) ergeben. In Korrespondenz zu den Untersuchungsergebnissen von BACHMANN (1976), die variable Werte für die Ganglienzellkerndurchmesser während der normalen Entwicklung fand, stellten wir eine Varianz bezüglich der Satellitendichte während des gleichen Beobachtungszeitraumes fest. Der Tabelle 4 ist zu entnehmen, wieviel % der 18 000 ausgewerteten Ganglienzellen von 0 - 1 - 2 - 3 oder mehr Satelliten begleitet werden. Bei 37,3 % der Ganglienzellen finden sich keine neurogliösen Elemente in Satellitenstellung. Bei 46,4 % wurde 1 Satellit, bei 15,2 % 2 und bei 1,1 % 3 und mehr S/G gefunden. ELBEN (1973), der geschlechtsspezifische Untersuchungen der Neuroglia im med. Akk. beim Meerschweinchen durchführte, fand in Übereinstimmung mit unseren Untersuchungen ebenfalls einen hohen prozentualen Anteil von Ganglienzellen ohne Satelliten.

Ein Vergleich zwischen der prä- und postnatalen Entwicklungsperiode zeigt sowohl in unserer Versuchsreihe als auch in der analogen von BACHMANN (1976) eine deutliche Präferenz des pränatalen Kollektivs. In beiden Versuchsreihen weist der Entwicklungsstand um den 55. Et. den zahlenmäßig höchsten Wert auf. In der Versuchsreihe von BACHMANN (1976) läßt sich ein steiler Abfall der Verteilungskurven in der perinatalen Entwicklungsphase feststellen, dasselbe Verhalten zeigten die Satellitenverteilungskurven. Die Mittelwerte des prä- und postnatalen Kollektivs verhalten sich annähernd wie 3 : 2. Der Mittelwert für das pränatale Kollektiv beträgt 0,91 S/G, für das postnatale Kollektiv lediglich 0,63 S/G. Nach WÜSTENFELD und MÖSELER (1970) sind die Ganglienzellkerne im Ganglion spirale cochleae im Mittel ebenfalls pränatal größer als postnatal. Wie BACHMANN (1976) nachwies, sind die Ganglienzellkernvolumina im Bereich des med. Akk. des Meerschweinchens während der pränatalen Entwicklungsperiode grösser als während der postnatalen, und zwar sind die pränatalen Ganglienzellkernvolumina etwa doppelt so groß wie die postnatalen. Die eben genannten Differenzen zwischen prä- und postnatalem Kollektiv sind nach unserer Ansicht auf das

schnelle Wachstum bzw. die auf Hochtouren laufenden Differenzierungsvorgänge während der Embryonalzeit und auf die dafür erforderlichen großen Stoffwechselleistungen zurückzuführen.

Ebenso ist die Rezeption der akustischen Reize in unterschiedlichen Medien zu berücksichtigen: die Ausbreitung der Schallwellen im Fruchtwasser vor der Geburt und in der Luft nach der Geburt. Da die Schallwellen in Wasser besser als in Luft geleitet werden, könnte die erhöhte Satellitendichte während der Embryonalzeit durch die erhöhte funktionelle Beanspruchung zu erklären sein. So berichten auch KULENKAMPFF und WÜSTENFELD (1954) über eine Zunahme der Satelliten unter funktioneller Belastung (Schwimmversuche mit weißen Maus). Nach ROBERTIS und GERSCHENFIELD (1961) ist die Glia in den Wasserhaushalt des ZNS involviert und reguliert diesen in der Art einer aktiven Homöostase. Durch diese Leistung wird eine Schwellung des Gewebes infolge von Wassereinlagerung verhindert. Die Gesamtheit dieser Stoffwechselleistungen beansprucht die Neuroglia in ihrer Vermittlerrolle außerordentlich. Die Neuroglia kann erhöhte Stoffwechselleistungen durch Vergrößerung der Zellkerne und/oder durch Bewegung auf die Zelle zu bewältigen. Wie KULENKAMPFF (1952) und KULENKAMPFF und WÜSTENFELD (1954) berichteten, findet bei funktioneller Beanspruchung der Muskulatur (Schwimmversuche mit weißen Mäusen) in den dazugehörigen, die tätigen Muskelfasern innervierenden Rückenmarkssegmenten eine aktive Wanderung von Gliazellen zu den motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner statt. Je länger die funktionelle Beanspruchung dauert, um so zahlreicher begeben sich die Gliazellen in Satellitenstellung zu den aktiven Ganglienzellen. Dasselbe Phänomen wies WÜSTENFELD (1972) im Bereich des med. Akk. beim Meerschweinchen durch Beschallung nach: jeder applizierte Ton löste eine adäquate Satellitenvermehrung aus. Dabei war die Satellitenzahl abhängig von der Dauer der Reizeinwirkung. In der gleichen Versuchsreihe stellte der Untersucher auch eine Vergrößerung der Gliazellkerne als Reizbeantwortung fest. Diese Untersuchungsergebnisse fand SCHIMPF (1971) anhand ihrer Experimente bestätigt. Das von uns festgestellte Maximum

der Satellitendichte am 55. Et. ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die gesteigerte Aktivität der Ganglienzellen und der sie begleitenden Gliazellen zur Zeit der ausgedehnten Myelinisierungsvorgänge während dieser Entwicklungsperiode zurückzuführen. ROBACK und SCHERER (1935), die das frühkindliche Gehirn unter besonderer Berücksichtigung der Gliaentwicklung untersuchten, sind ebenfalls der Ansicht, daß gesteigerte Myelinisierungsvorgänge zu einer zahlenmäßigen Vermehrung der gangliennahen Glia führen. Sie sprechen von einer Myelinisationsgliose, wenn zum Zeitpunkt der Myelogenese eine starke Gliavermehrung einsetzt. Eine starke Vermehrung der Gliazellen zum Zeitpunkt der Markscheidenbildung fanden FLEISCHHAUER und HILLEBRAND (1966) im Corpus callosum der Katze. Sie sprachen sich jedoch gegen die Bezeichnung "Myelinisationsgliose" aus, " ... da es sich nicht um eine krankhafte Vermehrung, sondern um den Ausdruck eines normalen Entwicklungsgeschehens handelt." LUCAS (1972) konnte feststellen, daß kurz vor Beginn der Markscheidenreifung beim Kaninchen ebenfalls eine Vermehrung der Gliazellen einsetzt, wobei die Zellzahl/Volumen auf das Doppelte des Ausgangswertes ansteigt.

Die hohe Satellitendichte am 80. Lt., die gleichsinnig in beiden med. Akk. und allen Sektoren erfolgt (siehe Diagramm 6), tritt einmal auf im Zusammenhang mit der Myelinisierung der motorischen Bahnen unmittelbar vor Erreichung der Geschlechtsreife. Andererseits ist sie durch die hohe Stoffwechselleistung des Organismus auf dieser Entwicklungsstufe zu erklären, wobei nach NIESSING (1957) und FRIEDE (1953/1954a und 1957) die Glia als Umschlaggewebe für den Stoffwechsel des ZNS anzusehen ist. NIESSING (1957) weist aufgrund seiner Untersuchungen an Siebenschläfern darauf hin, daß infolge wechselnder physiologischer Beanspruchung die Intensität der Stoffwechselvorgänge Schwankungen unterliegt, die sich im Verhalten der Neuroglia niederschlagen. Für eine zentrale Bedeutung der Glia im Stoffwechselgeschehen des ZNS sprechen sich GLEES (1955) und CAMMERMEYER (1960) aus (siehe Kapitel über die Bedeutung der Glia). ZEIGER (1952), der sich mit der Wechselbe-

ziehung zwischen Ganglienzellen und Satellitenzellen beschäftigt, hält eine"Fütterung" der Ganglienzellen durch die Satelliten für möglich. KRBEK (1955), der histochemische und morphologische Untersuchungen an Gliasatelliten im Rückenmark der weißen Maus durchführte, vertritt die Ansicht, daß die Satellitenzelle Eiweiß für die tätige Ganglienzelle synthetisiert. Wie WÜSTENFELD (1972) mitteilt, tritt unter funktioneller Belastung zunächst eine Vergrößerung der Kernvolumina der Satellitenzellen auf. Bei anhaltender funktioneller Belastung tritt danach eine Bewegung der Gliazellen auf die Ganglienzellen zu auf. Aufgrund dieser Beobachtungen läßt sich vice versa aus der Dichtigkeit des die Ganglienzellen umgebenden Satellitenmantels auf die Größe der Stoffwechselaktivität schließen. Es entspricht somit jedem Maximum der Satellitendichte (siehe Diagramm 7) ein erhöhter Stoffumsatz sowohl in der Gliazelle als auch in der Ganglienzelle. Der Anstieg der Satellitenzahl zur Zeit der ausgedehnten Myelinisierungsvorgäng unmittelbar vor der Geburt und zur Zeit der gesteigerten Stoffwechselleistung kurz vor Erreichung der Geschlechtsreife steht im Zusammenhang mit der Gliafunktion im Stoffwechselgeschehen des ZNS. Dabei hält HORTEGA (1921) die Oligodendrozyten für entsprechend spezialisiert, HILD (1957) dagegen schreibt den Astrozyten myelogenetische Potenzen zu. Auf eine Steigerung des Stoffwechsels infolge gesteigerter Funktion sind die Kerngrößenzunahmen zurückzuführen, die SCHIMPF (1971) an Ganglienzellsatelliten durch Reintonbeschallung induzierte. KOLB (1971) fand einen durch Reintonbeschallung ausgelösten Anstieg der Satellitenzahl, als Folge einer Funktionssteigerung.

Wie Diagramm 8 veranschaulicht, betrifft die Varianz der Satellitendichte den re und li med. Akk. gleichsinnig und zeigt einen annähernd parallelen Verlauf rechts und links während des gesamten Beobachtungszeitraumes.

In den Diagrammen 9 und 10 sind für den re und li med. Akk. die einzelnen Sektoren dissoziiert dargestellt. Dabei findet sich die größte Satellitendichte jeweils im dorsomedialen Sektor, und zwar durchgehend während des gesamten Be-

obachtungszeitraumes. Die niedrigsten Satellitendichte tritt dagegen stets im anterolateralen Sektor auf, ebenfalls durchgehend durch alle Entwicklungsstadien. Die Signifikanzschranke wurde für α_G zwischen 5 % und 10 % gezogen. Das bedeutet, für einen Vergleich zweier Werte: ist für einen t - Wert der entsprechende α - Wert kleiner als α_G so ist per definitionem keine, ist der entsprechende α - Wert größer als α_G, so ist Übereinstimmung vorhanden. Bei einer Signifikanzschranke von α_G = 5 %, entsprechen t - Werte, die größer als 1,9 sind keiner Übereinstimmung der beiden verglichenen Werte, die kleiner als 1,9 sind, einer Übereinstimmung. Unsere Untersuchungen haben ergeben, daß die gemittelten Werte des dorsomedialen Sektors von den gemittelten Werten der übrigen beiden Sektoren (ml und al) in der Regel signifikant abweichen, bei einer Signifikanzschranke des t - Tests nach Student α_G zwischen 5 % und 10 % verlaufend. Die hohe Satellitendichte in diesem Sektor ist während des gesamten Entwicklungsablaufs festzustellen. Aufgrund dieser Schwerpunktbildung möchten wir auf ein Frequenzspektrum im Bereich des med. Akk. schließen.
In Übereinstimmung dazu registrierte BACHMANN (1976) die größten Ganglienzelldurchmesser ebenfalls im dorsomedialen Sektor. Allerdings konnte KALLENBACH (1969) keine tonspezifischen Ansprechareale im med. Akk. nachweisen. Sie verwendeten jedoch bei ihren Untersuchungen ausschließlich Töne unter 10 000 Hz. WÜSTENFELD und SPRENGER (1958) weisen aber darauf hin, daß die Kernvolumina der inneren Haarzellen ein deutliches Gefälle aufweisen: zur Schneckenspitze werden sie allmählich kleiner; die äußeren Haarzellen zeigen ein reziprokes Verhalten. Nach GALAMBOS und HUGHES (1951) sowie ROSE et alii (1957) existiert in den Nuclei cochleares der Katze ein Schallfrequenzspektrum, wobei die Frequenzachse von dorsomedial nach ventrolateral verläuft und die hohen Frequenzen im dorsalen Bereich percipiert werden sollen. Analoge Beobachtungen machten auch OSEN (1969 a,b) und OSEN und JANSEN (1965), die die größten Ganglienzellen vorwiegend im dorsalen, die kleinsten im ventralen Kerngebiet fanden. Aufgrund der Kulmination der

Satelliten im dorsomedialen Sektor und ebenso der Ganglienzellkernvolumina hier (BACHMANN, 1976) sowie der Minimumbildung bezüglich der Satelliten und der Ganglienzellkernvolumina im anterolateralen Sektor schließen wir auf das Vorhandensein einer Frequenzachse im Bereich des med. Akk. des Meerschweinchens, die von dorsomedial nach mediolateral zieht und schließlich in anterolateraler Richtung ausläuft.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In unserer Versuchsreihe wurde das Verhalten der Satelliten im Bereich des med. Akk. beim Meerschweinchen während des normalen Entwicklungsablaufs untersucht. Dabei setzten sich unsere 12 Versuchstiere aus einem gleich großen pränatalen und postnatalen Kollektiv zusammen. Pro Versuchstier kamen 1 500 Ganglienzellen, mithin insgesamt 18 000 Ganglienzellen, zur Auswertung. Wir erhielten folgende Resultate:

1. Die Satellitendichte zeigt während der normalen Individualentwicklung des Meerschweinchens eine Varianz, wobei 37,3 % der 18 000 ausgewerteten Ganglienzellen keinen Satelliten, 46,4 % 1 Satelliten, 15,2 % 2 Satelliten und 1,1 % 3 und mehr Satelliten aufweisen.

2. Die Satellitendichte ist pränatal im Mittel mit 0,91 S/G größer als postnatal mit 0,63 S/G.

3. Die größte Satellitendichte findet sich am 55. Et. mit 1,22 S/G, die niedrigste am 50. Lt. mit 0,37 S/G.

4. Zwischen dem rechten und linken med. Akk. insgesamt sowie ihren korrespondierenden Sektoren bestehen nur geringfügige Differenzen ihrer S/G. In den jeweils korrespondierenden Sektoren stimmen die Werte weitgehend überein.

5. Die Varianz der Satellitendichte wird auf myelogenetische Differenzierungsvorgänge und die hier durch gesteigerten Stoffwechselleistungen des ZNS sowie auf die von den Ganglienzellen induzierte Eiweißsynthese in den Satellitenzellen zugunsten der Ganglienzellen zurückgeführt.

6. Unsere Befunde lassen den Schluß zu, daß innerhalb des med. Akk. eine Frequenzachse vorhanden ist. Sie ist von dorsomedial nach mediolateral und von hier aus nach anterolateral gehend anzunehmen.

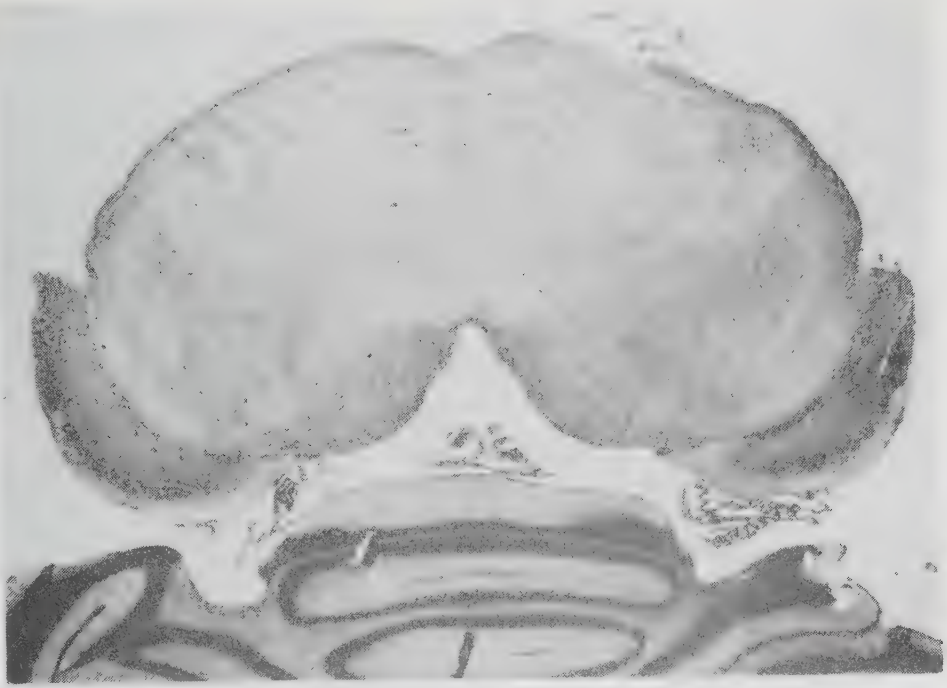


Abb. 1 Querschnitt durch die Medulla oblongata in Höhe der Nuclei cochleares (Meerschweinchen)
(16 - fache Vergrößerung)

Abb. 2 Überblick über die rechten Nuclei cochleares
(= med. Akk.) Meerschweinchen
(40 - fache Vergrößerung)

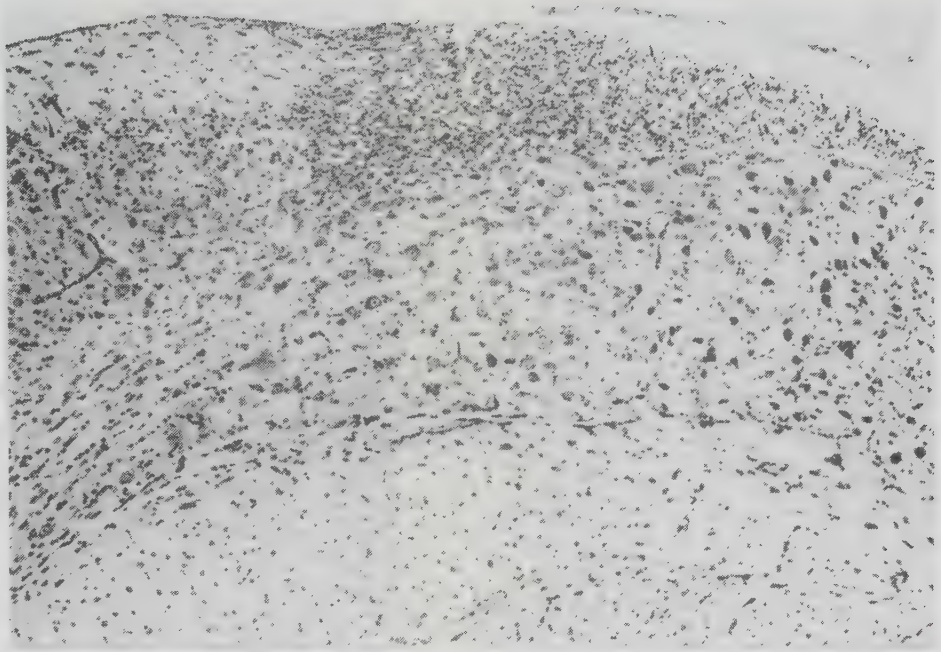


Abb. 3 Schichtbau des med. Akk. (von peripher nach zentral: subpiale Körnerschicht, Ganglienzellschicht mit Gliazellen, zentrale Faserschicht.)
(80 - fache Vergrößerung)

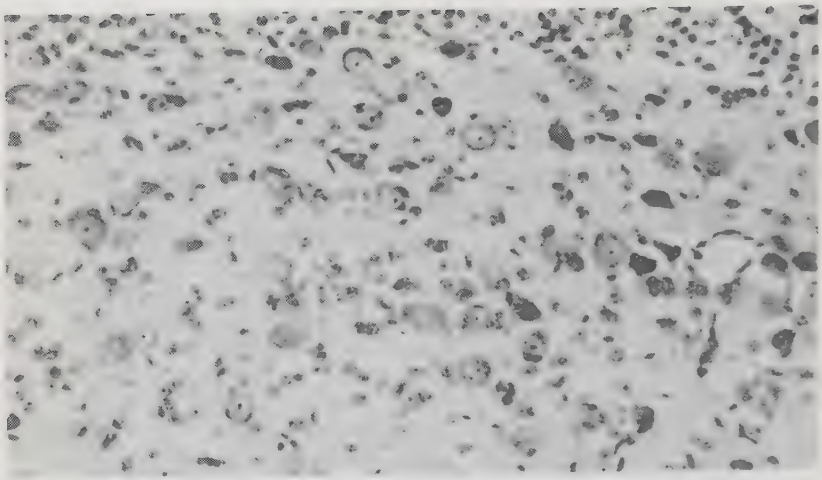


Abb. 4 Stratum ganglionare des med. Akk. (200-fache Vergrößerung)

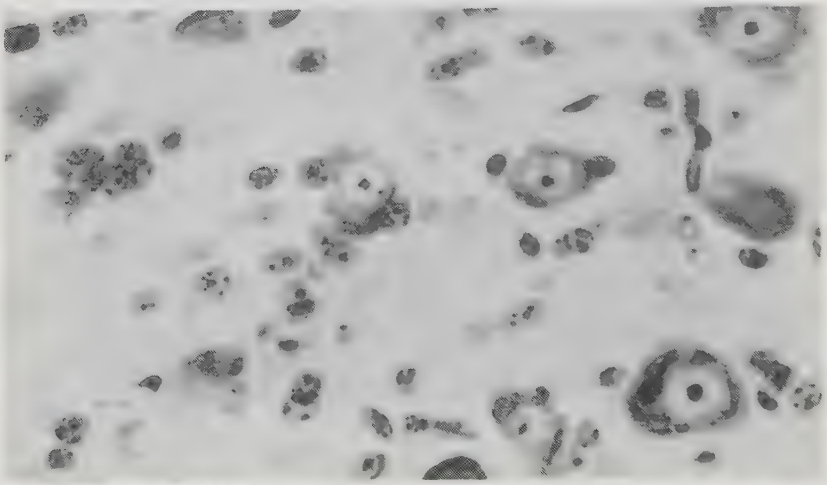


Abb. 5 Ganglienzellschicht mit Satelliten (400-fache Vergrößerung)

Alter	re med. Akk.			li med. Akk.		
	al ml	ml dm	dm al	al ml	ml dl	dl al
40. Et.	1,02	2,25	3,15	1,98	4,33	6,28
45. Et.	1,56	1,06	3,76	2,25	0,12	2,22
50. Et.	0,00	1,66	1,74	3,55	1,19	4,78
55. Et.	1,71	2,63	4,60	3,39	1,09	4,40
60. Et.	0,53	4,06	3,43	1,52	0,14	1,41
66. Et.	1,10	1,77	2,79	0,70	1,38	2,10
24 h	0,13	2,01	2,17	2,63	0,60	3,41
10. Lt.	4,13	1,05	4,96	2,85	0,34	2,47
20. Lt.	0,40	2,53	2,86	0,35	0,20	0,55
50. Lt.	2,47	1,79	4,16	0,05	0,28	0,24
80. Lt.	1,87	0,84	2,64	2,06	3,70	6,02
120. Lt.	1,40	0,72	2,05	0,13	0,17	0,04

Tabelle 1 : t - Werte nach Student

Alter	re med. Akk.	li med. Akk.	re u. li med. Akk.
40. Et.	0,95	0,71	0,83
45. Et.	1,13	0,88	1,01
50. Et.	0,82	1,11	0,96
55. Et.	1,23	1,20	1,22
60. Et.	0,59	0,66	0,63
66. Et.	0,82	0,80	0,81
24 h	0,73	0,80	0,77
10. Lt.	0,61	0,60	0,60
20. Lt.	0,62	0,45	0,53
50. Lt.	0,35	0,39	0,37
80. Lt.	1,01	0,95	0,98
120. Lt.	0,51	0,60	0,55

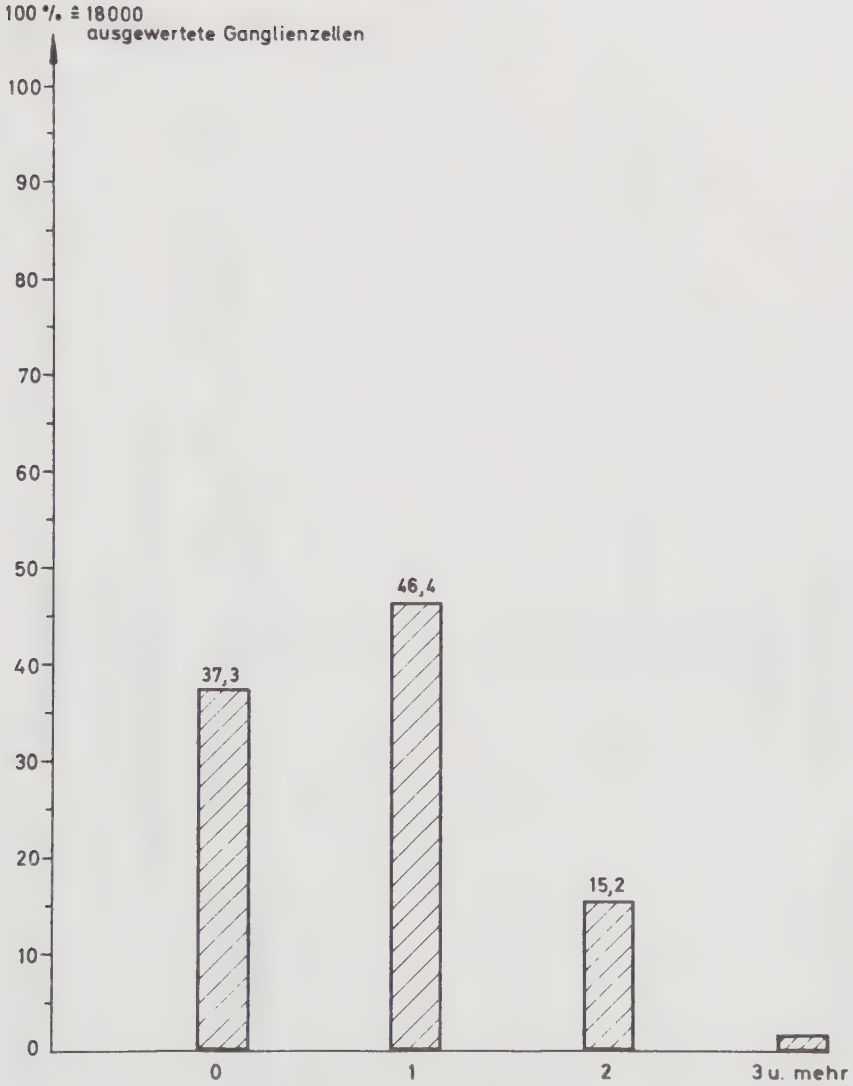
Tabelle 2 : Mittelwerte der Satellitenzahl / Ganglienzelle im Bereich beider med. Akk. beim Meerschweinchen

Alter	Satelliten/ Ganglienzelle			
	0	1	2	3 u. mehr
40. Et.	550	719	192	39
45. Et.	448	663	339	50
50. Et.	389	773	309	29
55. Et.	281	731	410	78
60. Et.	780	580	120	20
66. Et.	517	776	179	28
24 h	584	717	171	28
10. Lt.	756	612	121	11
20. Lt.	805	599	88	8
50. Lt.	1.036	420	39	5
80. Lt.	294	837	347	22
120. Lt.	808	588	94	10

Tabelle 3 : Häufigkeitsverteilung der Satelliten/ Ganglienzelle innerhalb der einzelnen Entwicklungsstadien

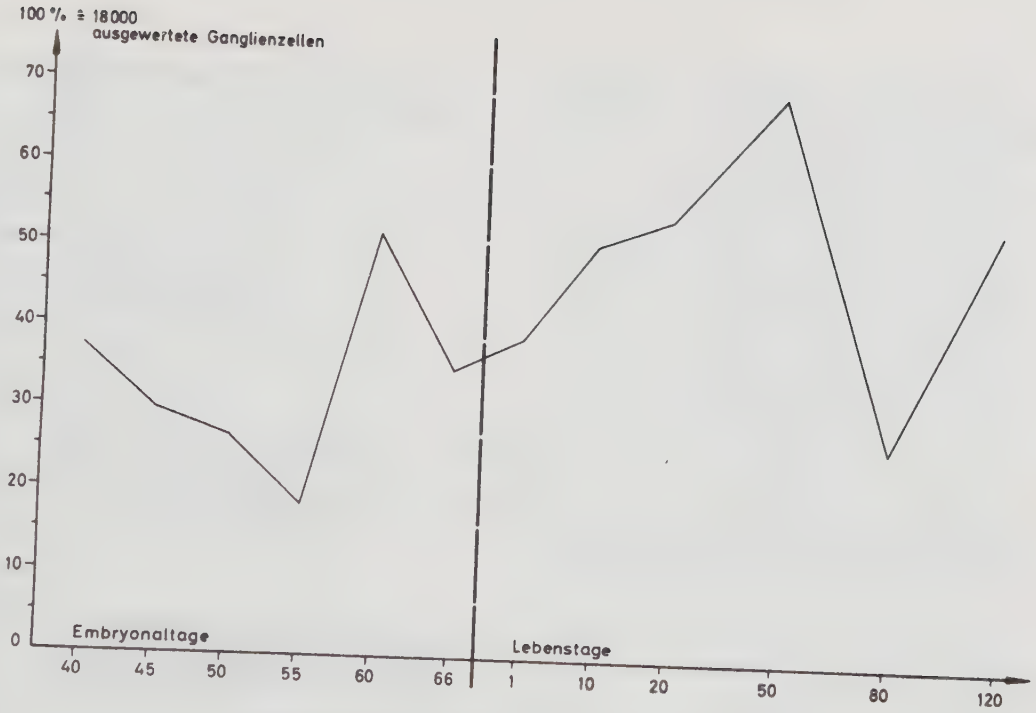
Alter	Satelliten/ Ganglienzelle			
	0	1	2	3 u. mehr
40. Et.	37,5%	49,7%	10,2%	2,6%
45. Et.	29,5%	44,5%	22,7%	3,3%
50. Et.	26,0%	52,0%	20,0%	2,0%
55. Et.	18,2%	49,0%	27,6%	5,2%
60. Et.	51,1%	39,1%	8,5%	1,3%
66. Et.	34,8%	51,6%	11,8%	1,8%
24 h	38,8%	47,7%	11,7%	1,8%
10. Lt.	50,4%	40,8%	8,1%	0,7%
20. Lt.	53,7%	39,9%	5,9%	0,5%
50. Lt.	69,1%	28,0%	2,6%	0,3%
80. Lt.	26,3%	52,5%	19,8%	1,4%
120. Lt.	53,0%	40,0%	6,4%	0,6%
insgesamt	37,3%	46,4%	15,2%	1,1%

Tabelle 4 : Prozentverteilung der Satelliten/ Ganglienzelle innerhalb der einzelnen Entwicklungsstadien



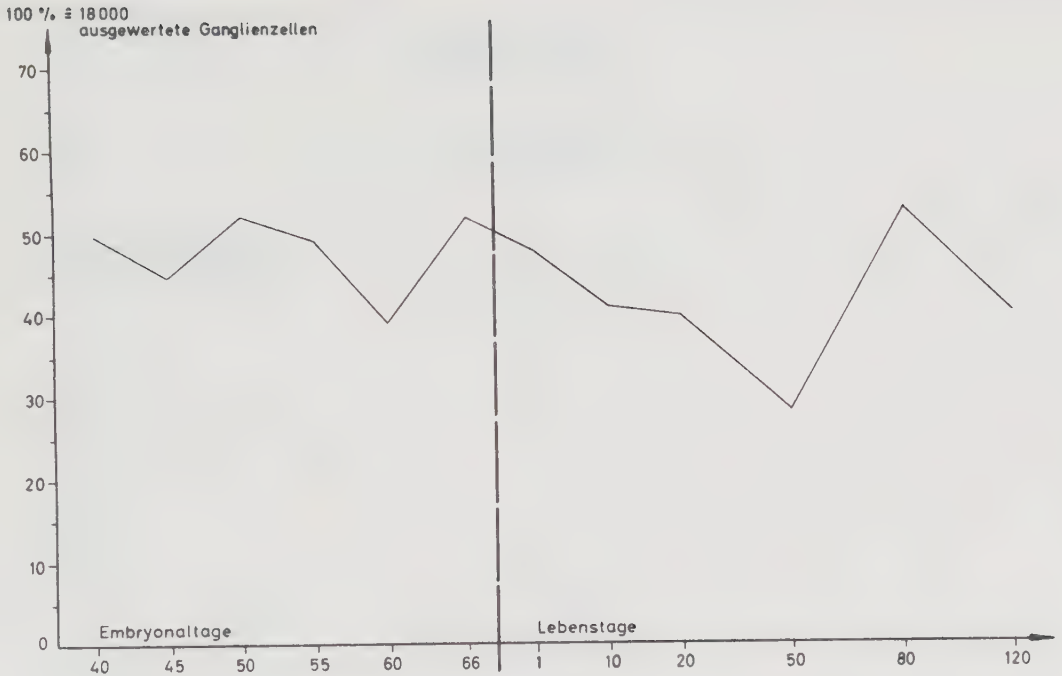
Prozentuale Verteilung aller erfaßten Satelliten

DIAGRAMM 1



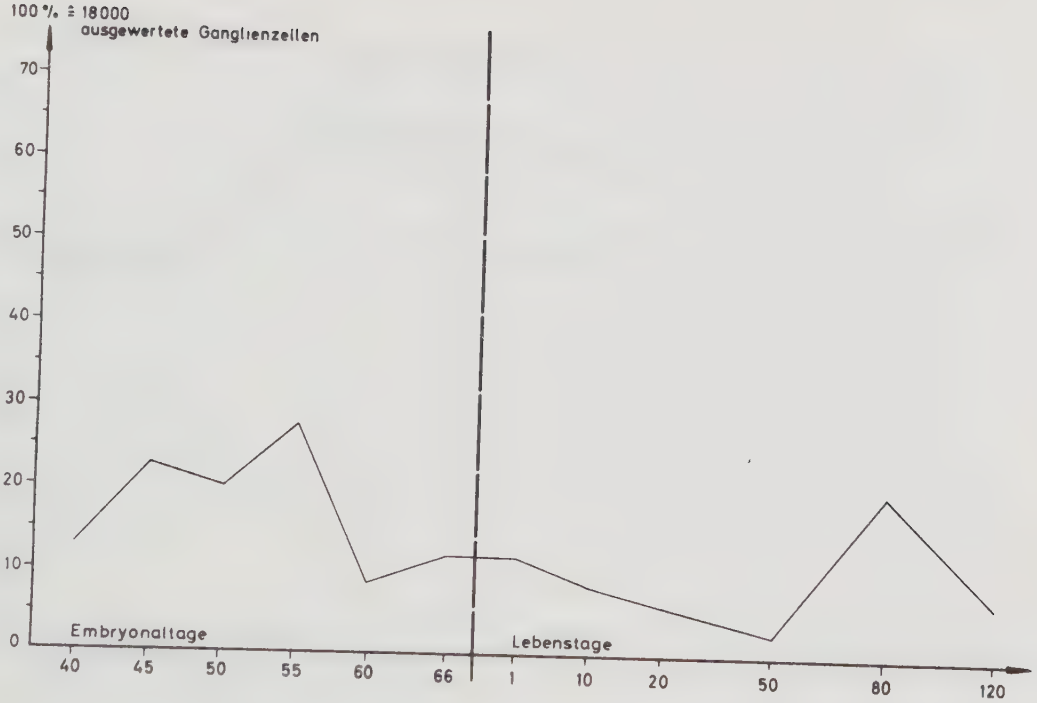
Prozentuale Verteilung der Ganglienzellen
ohne Satelliten

DIAGRAMM 2



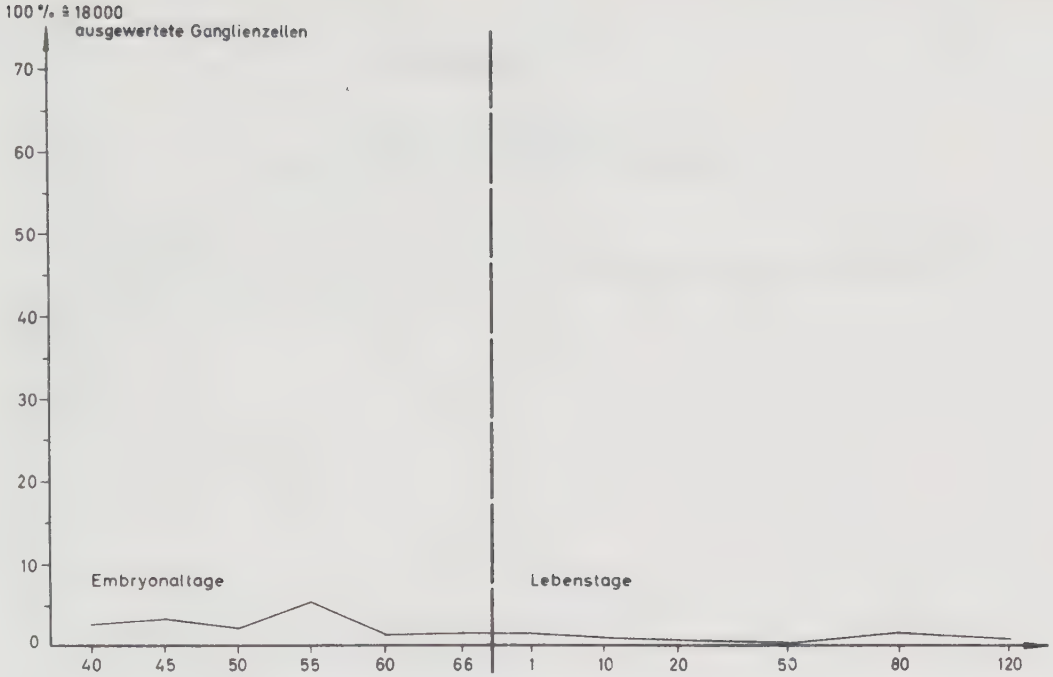
Prozentuelle Verteilung der Ganglienzellen
mit einem Satelliten

DIAGRAMM 3



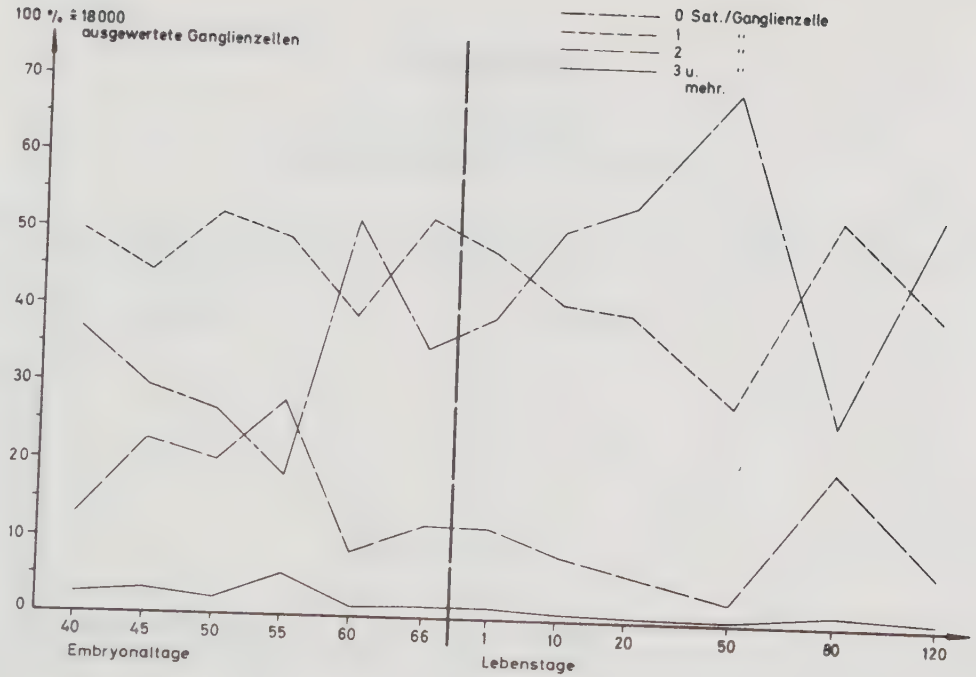
Prozentuale Verteilung der Ganglienzellen
mit 2 Satelliten

DIAGRAMM 4



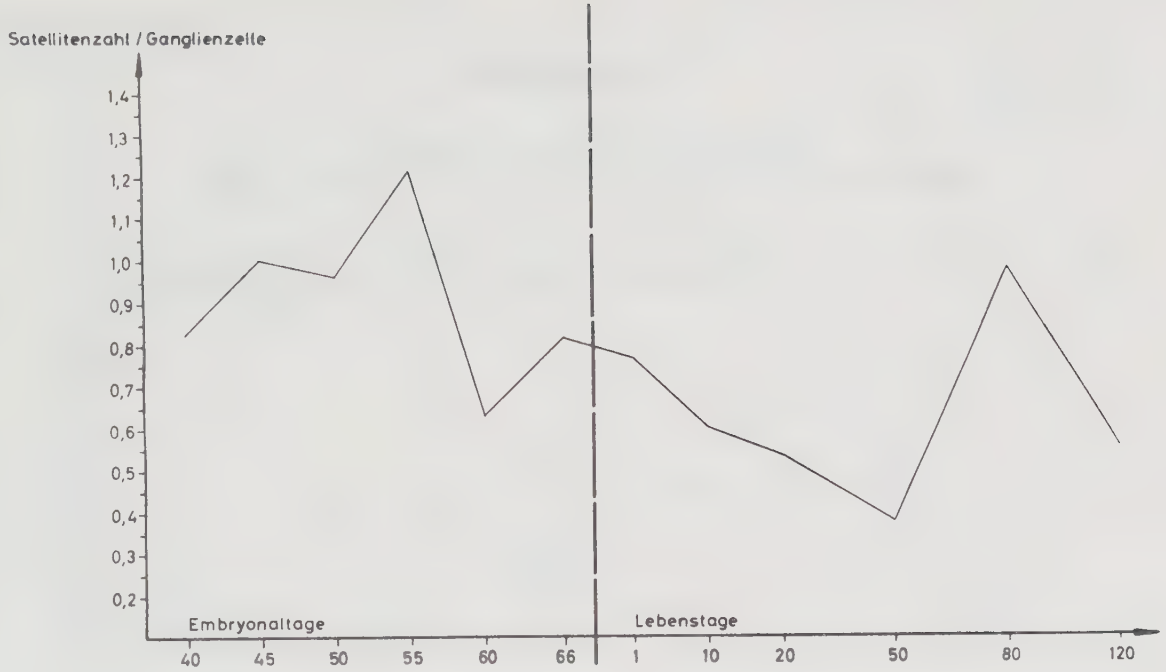
Prozentuale Verteilung der Ganglienzellen
mit 3 u. mehr Satelliten

DIAGRAMM 5



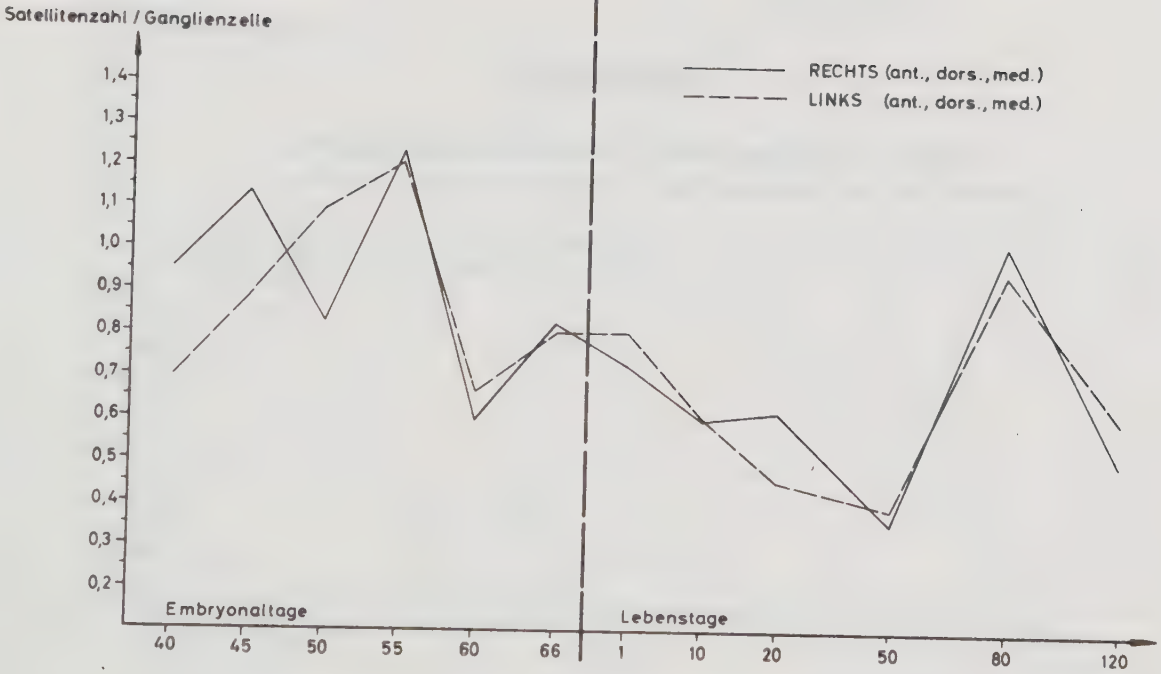
Zusammenfassende Darstellung der Satellitendichte
(= Satelliten/Ganglienzelle)

DIAGRAMM 6



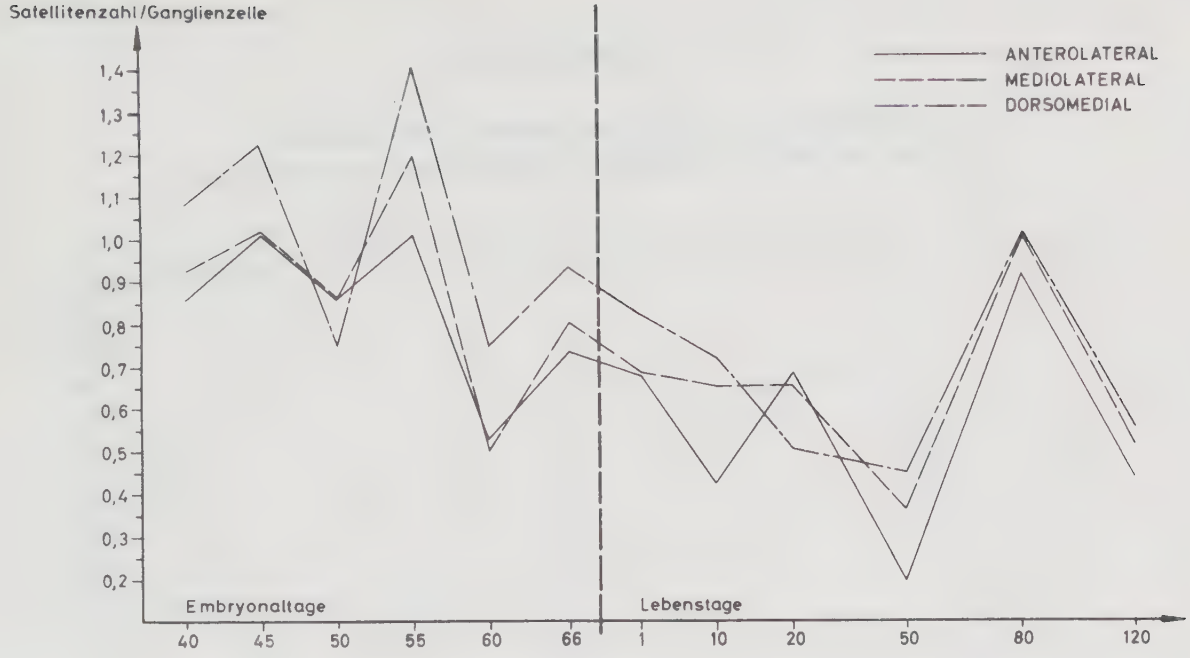
Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(gemittelte Werte des rechten u. linken Akustikuskomplexes)

DIAGRAMM 7



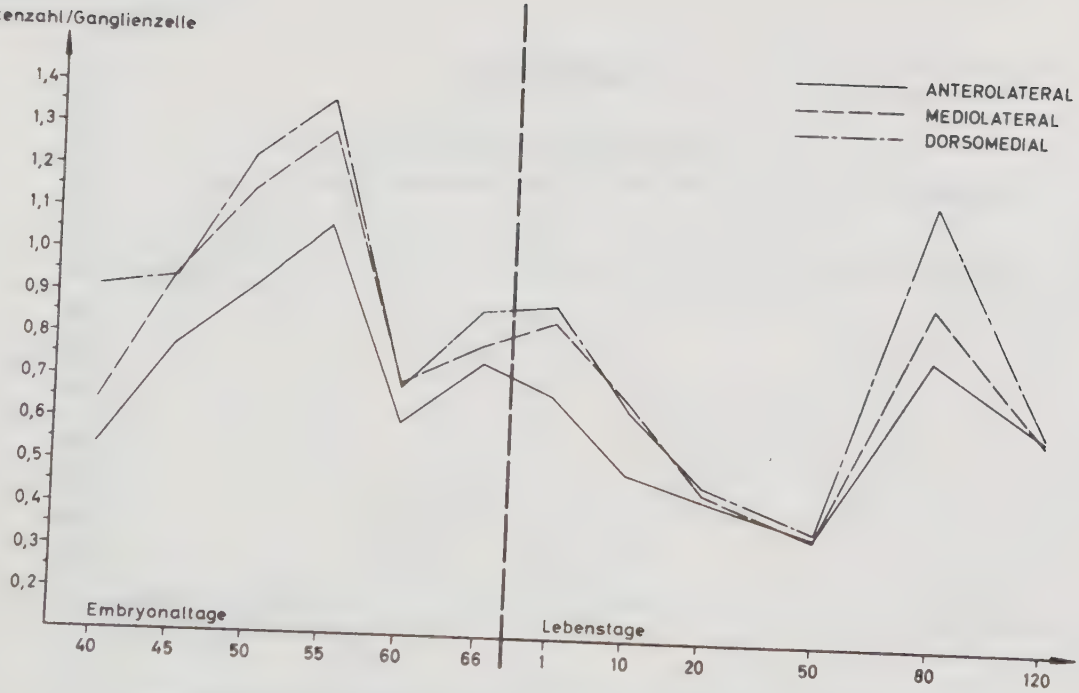
Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(rechter u. linker Akustikuskomplex)

DIAGRAMM 8



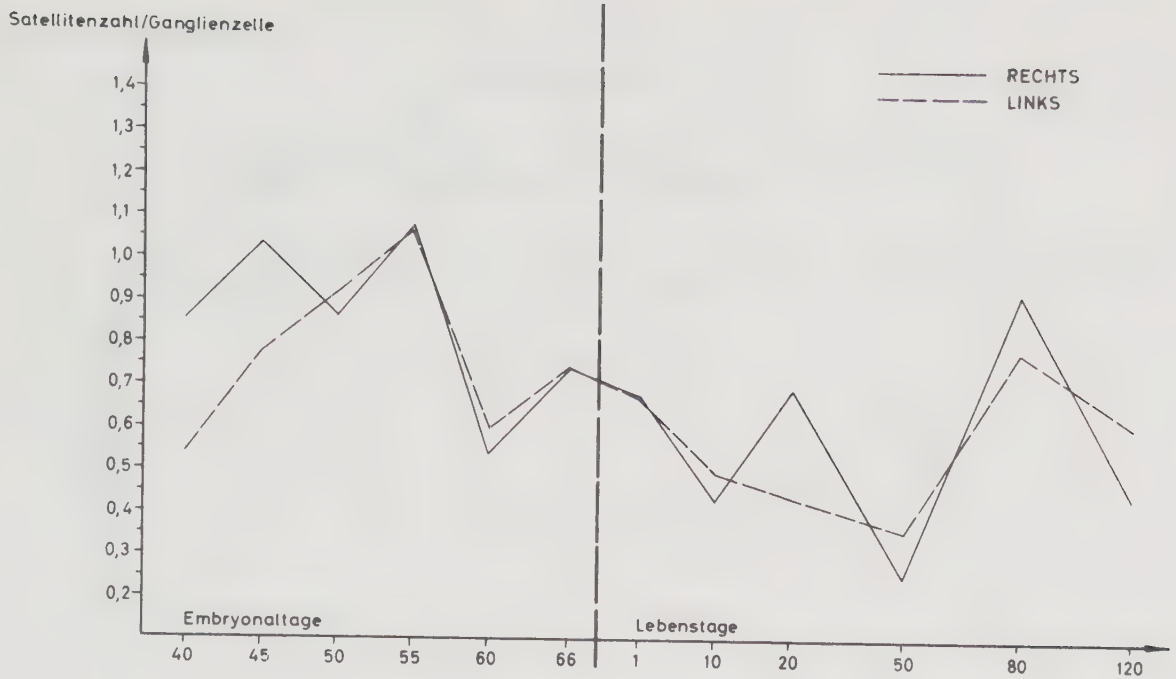
Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(rechter Akustikuskomplex)

DIAGRAMM 9



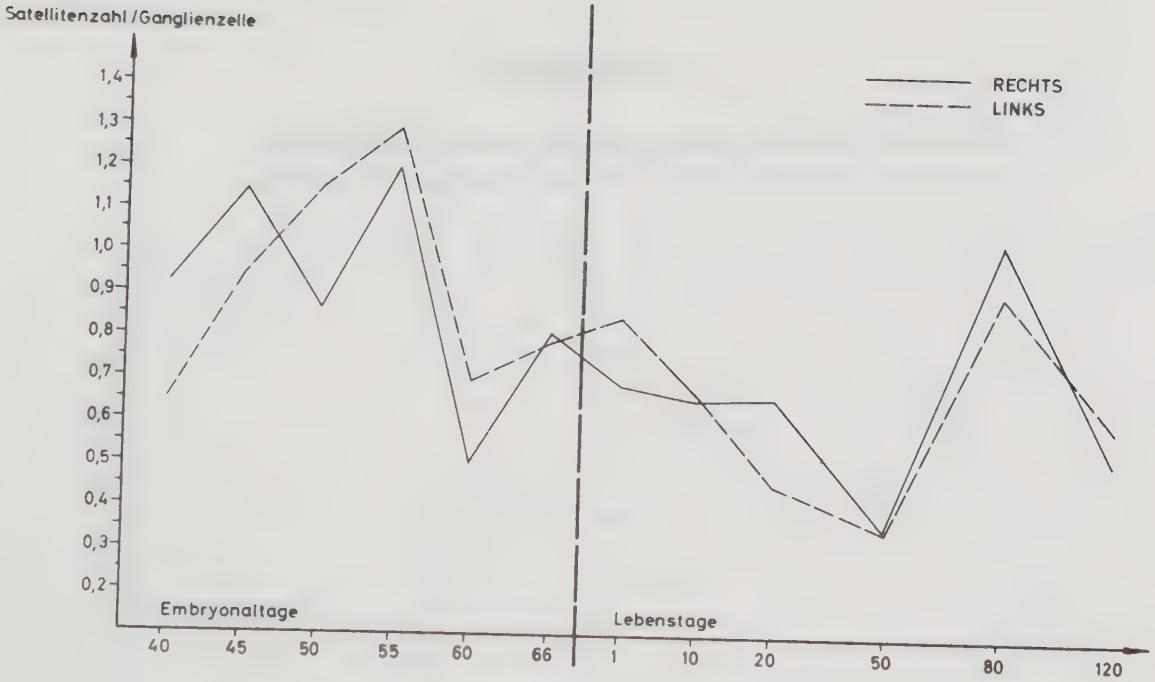
Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(zwischen den 3 Sektoren des linken Akustikuskompl.)

DIAGRAMM 10



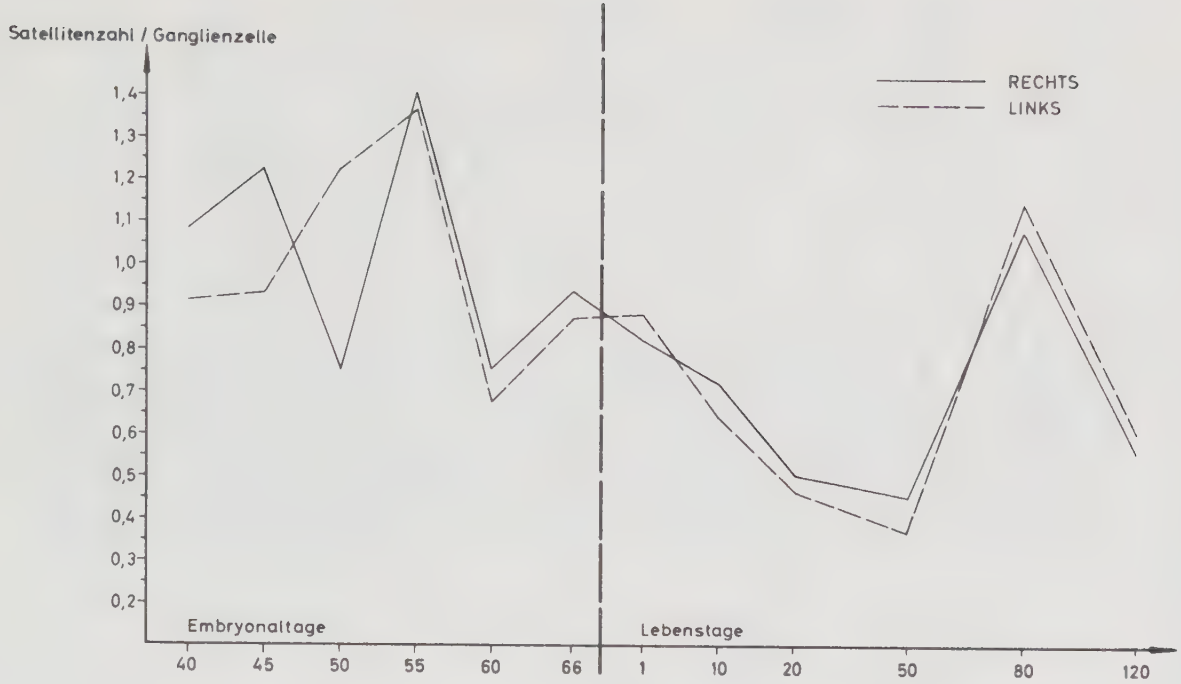
Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(zwischen den anterolat. Sektoren beider Akustikuskomplexe)

DIAGRAMM 11



Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(zwischen den mediolat. Sektoren beider Akustikuskomplexe)

DIAGRAMM 12



Vergleich der Satellitendichte pro Ganglienzelle prä- und postnatal
(zwischen den dorsomed. Sektoren beider Akustikuskomplexe)

DIAGRAMM 13

IX. LITERATURVERZEICHNIS

ACCHUARO,N.: De l'evolution de la nevroglie et specialement de ses relations avec l'appareil vasculaire. Trab. Lab. Invest. Biol. Univ. Madrid 13 169 - 212 (1915)

ADHAMI, H. u. BOSSE, U.: Histologische und karyometrische Untersuchungen an der Leber narkotisierter Ratten. Z. mikr.-anat. Forsch. 83 441 - 450 (1971)

ADHAMI,H. u. AGBOWU,J.: Reaktion der Hirnzellen auf Narkotika. Karyometrische Untersuchungen am Äther-narkotisierten Froschhirn Anat. Anz. 128, 418 - 425 (1971)

ALTMANN, H.W.: Zur Morphologie der Wechselwirkung von Kern und Cytoplasma. Klin. Wschr. 33, 306 - 314 (1955)

ALZHEIMER, A.: Beiträge zur Kenntnis der pathologischen Neuroglia und ihrer Beziehungen zu den Abbauvorgängen im Nervengewebe, Histol. und histopathol. Arbeiten, III, 8 - 21 (1910)

BACHMANN,M.: Über die Kerngrößenvariabilität von Ganglienzellen im Akustikuskomplex während der Entwicklung. (Meerschweinchen) Inaug. Diss. med. Berlin (1976)

BARGMANN,W.: Histologie und mikrosk. Anat. des Menschen. Georg Thieme Stuttgart, 6.Aufl. (1967)

BARON,M. u. GALLEGO,A.: The relation of the Mikroglia with the Pericytes in the cat cerebral cortex.
Z. Zellforsch. 128, 42 - 57 (1972)

BECK,CH.: Kernveränderungen der Haarzellen nach Beschallung.
Arch. Ohr-, Nas.- u. Kehlk. - Heilkunde. 167, 262 - 269 (1955)

BÉKÉSY,G.V.: Zur Theorie des Hörens. Die Schwingungsform der Basilarmembran.
Phys. Z. 29, 793 - 810 (1928)

BÉKÉSY,G.V.: Zur Theorie des Hörens. Über die Bestimmung des einem reinen Tonempfinden entsprechenden Erregungsgebiets der Basilarmembran vermittels Ermüdungserscheinungen.
Phys. Z. 30, 115 - 125 (1929)

BÉKÉSY,G.V.: Über die Frequenzauflösung in der menschlichen Schnecke.
Acta oto. - laryng. 32, 60 - 84 (1944)

BIELSCHOWSKY,M.: Handbuch der Neurologie.
Bd. 1/I, Berlin (1935)

BUCHER,O.: Cytologie/ Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen.
Hans Huber Verlag, Bern - Stuttgart - Wien, 7.Aufl. (1970)

CAJAL,S.R.Y.: Histologie du systeme nerveux de l'hommes et des vertebres.
Bd. I, Paris (1911)

CAJAL,S.R.Y.: Etudes sur la nevroglie (macroglie)
Trab. Lab. Invest. Biol. 11, 27 (1932)

CAMMERMEYER,J.: Reappraisal of the perivasular distribution of the Oligodendrocytes.
Amer. J. Anat. 106, 197 - 232 (1960)

DRIESCH,H.: Die isolierten Blastomeren des Echinidenkeimes.
Arch. Entwickl.- Mech. Org. 10, 361 - 410 (1900)

ELBEN,G.: Über die geschlechtsspezifischen Unterschiede der Neurogliazahl im med. Akustikuskomplex.(Meerschweinchen)
Inaug. Diss. med. Würzburg (1973)

FAHRQUAHR,M.G. and HARTMANN, J.F.: Neuroglial structure and relationships as revealed by elctron microscopy.
J. Neuropath. exp. Neurol. 26, 18 - 39 (1957)

FINCK,R.: Karyometrische Untersuchungen am med. Akustik.kompl. nach Reintonbeschallung mit verschiedenen Frequenzen und Intensitäten. (Meerschweinchen)
Inaug. Diss. med. Würzburg (1973)

FLEISCHHAUER,K. und HILLEBRAND,H.: Über die Vermehrung der Gliazellen bei der Markscheidenbildung.
Z. Zellforsch. 69, 61 - 68 (1966)

FRIEDE,R.: Über die trophische Funktion der Glia.
Virchows Arch. path. Anat. 324, 15 - 26 (1953 b)

FRIEDE,R.: Die Bedeutung der Glia für den zentralen Kohlenstoffwechsel. Zbl. allg. Path. 92, 65 - 74 (1954 a)

FRIEDE,R.: Unterschiedliche histochem. Kohlenhydratbefunde bei Biopsien vom menschlichen Cortex des Großhirns und Kleinhirns. Nervenarzt 28, 225 - 228 (1957)

FUCHS,G.: Mathematik für Mediziner und Biologen. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg New York, 151 - 172 (1969)

GALAMBOS,R. und HUGHES,J.R.: Frequency localisation in cochlear nucleus. Fed. Pro., Baltimore 10, 47 (1951)

GLEES,P.: Neuroglia, Morphologie and Function. Charles C. Thomas: Springfield (1955)

GLEES,P.: The Biology of the Neuroglia: A Summary. In: Biology of Neuroglia, W.F. Windle, ed. C.C. Thomas, Springfield, Illinois, 234 - 242 (1958)

GLEISS,H.: Über die Beeinflussung der Kerngröße von Ganglienzellen durch Reintonbeschallung im med. Akust.komplex des Meerschweinchens. Inaug. Diss. med. Würzburg (1967)

GOLGI : Untersuchungen über den feineren Bau des zentralen und peripheren Nervensystems. Fischer, Jena (1894)

HARTZENDORFF,G., WÜSTENFELD,E. und NEUBERT,K. : Experimentelle Untersuchungen über die Ansprechbarkeit der Kerne innerer Haarzellen im Cortischen Organ v. Meerschweinchen. Z. mikr. - anat. Forsch. 67 313 - 330 (1961)

HATAI, S.: Finer structure of the spinal ganglioncells in the white rat. J. comp. Neurol., Vol.XI, No. I (1901)

HATAI,S.: On the origin of nevrolic tissue from the mesoblast. J. comp. Neurol. XII, 4 (1902)

HAUG,A.: Über die exakte Feststellung der Anzahl Nervenzellen pro Volumeneinheit des Cortex cerebri, zugleich ein Beispiel für die Durchführung genauer Zählungen. Acta anat. 67, 53 - 73 (1967)

HELD,H.: Über den Bau der Neuroglia und über die Wand der Lymphgefäße in Haut und Schleimhaut. Abhandl. d. mathem. - physik. Klasse d. köngl. Sächs. Ges. d. Wissensch. 28 (1903)

HELD,H.: Über die Neuroglia marginalis der menschl. Großhirnrinde. Mschr. Psychiat. Neurol. 26 360 - 416 (1909)

HERTWIG,R.: Über die Korrelation von Zell- und Kerngrößen und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und Teilung der Zellen. Biol. Zbl. 23, 49 - 62 (1903)

HILD,W.: Ependymal cells in tissue culture. Z. Zellforsch. 46, 259 - 271 (1957)

HILLER,G.: Über geschlechtsspezifische Kerngrößenunterschiede von Ganglienzellen im med. Akk. des Meerschweinchens. Inaug. Diss. med. Würzburg (1974)

HOFFMANN,G.: Atlas vom Hirnstamm des Meerschweinchens. Teil I: Rautenhirn Verlag S. Hirzel, Leipzig (1957)

HORSTMANN,E.: Die Neuroglia und ihre physiologische Bedeutung. Anat. Anz. Erg. 109, 196 - 203 (1960/61)

HORTEGA,P. DEL RIO: Contribution à l'etude d'histopathologie de la névroglie. Ses variation dans le remollissement cerebral. Trab. Lab. Invest. Biol. 14, 1 - 34 (1916)

HORTEGA,P. DEL RIO: Studien über Neuroglia. Arch. de Neurobiol. 2/16, 14 - 27 (1921)

HORTEGA,P. DEL RIO: Histogenese, normale Entwicklung, Auswanderung und örtliche Verteilung der Mikroglia. Arch. de Neurobiol. 2/12, 30 - 62 (1921)

HYDEN,H. and LANGE,P.W.: A kinetic study of the neuroglia relationship. J. Cell. Biol. 13, 233 - 237 (1962)

JACOBJ,W.: Die Zellkerngröße beim Menschen. Z. mikr. - anat. Forsch. 38 161 - 240 (1935)

JONAS,F.J.: Über die Nucleus-Nucleolus-Relation. Z. Zellforsch. u. mikr. Anat. 35, 333 - 356 (1951)

KALLENBACH,H.: Zur Frage der Frequenzanalyse im med. Akk. nach dosierter Reintonbeschallung (Meerschweinchen). Inaug. Diss. med Würzburg (1969)

KOELLIKER, A.: Der feinere Bau des verlängerten Markes. Anat. Anz.: Bd. VI, 427 - 428 (1891)

KOLB,G.: Über das Verhalten der Neuroglia nach Reintonbeschallung im med. Akk. (Meerschweinchen). Inaug. Diss. med. Würzburg (1971)

KRANTZ,H.: Reaktion der Zellkerne auf Narkotika. Z. Naturforsch. 2b, 428 - 433 (1947)

KRANTZ,H.: Die Kerngröße und ihre Abhängigkeit von äußeren und inneren Faktoren. Z. Zellforsch. 35, 425 - 475 (1951)

KRANTZ,H.: Lebendbeobachtungen an Zellkernen in Narkose. Verh. anat. Ges. 101, 141 - 146 (1954)

KRBEK,F.: Histochemische und morphologische Untersuchungen an Gliasatelliten im Rückenmark der weißen Maus. Inaug. Diss. med. Würzburg (1955)

KULENKAMPFF,H.: Das Verhalten der Neuroglia in den Vorderhörnern des Rückenmarks der weißen Maus unter dem Reiz physiologischer Tätigkeit.
Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 116, 304 - 312 (1952)

KULENKAMPFF,H. und KÖHLER, G.: Über geschlechtsabhängige Kerngrössenunterschiede somatischer Zellen der weißen Maus u. ihre statistische Sicherung.
Z. Anat. Entwicklungs-Gesch. 122, 534 - 538 (1961)

KULENKAMPFF,H. und KOLB,W.: Die Tageszeit von Tierversuchen und ihre Bedeutung für karyometrische Untersuchungen.
Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 122, 121 - 136 (1960)

KULENKAMPFF,H. und WÜSTENFELD, E. Funktionsbedingte Veränderungen der Kerngröße von Ganglienzellen im Grau des Rückenmarks der weißen Maus.
Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 118, 97 - 101 (1954)

LENHOSSEK,M.: Das Nervensystem im Lichte neuester Forschungen.
Berlin (1895)

LUCAS,D.: Über die postnatale Entwicklung der Neuroglia im Corpus callosum des Kaninchens.
Z. mikr.-anat. Forsch., Leipzig 85, 314 - 352 (1972)

LUMSDEN,C.E. und POMERAT,C.M.: Normal Oligodendrocytes in tissue culture. Exp. Cell. Res. 2, 103 - 114 (1951)

LUSE,S.: Electron microscopic observations of the central nervous system. J. biophys. - biochem. Cytol. 2, 531 - 542 (1956)

MAYNARD, E.A., SCHULTZ,R.L., PEASE,D.C.: Electron mikroscopie of the vascular bed of the rat cerebral cortex. J. Anat. 100, 409 - 433 (1957)

MERKLE,U.: Eine Methode zur morphologischen Erfassung der Ansprechgebiete der Cochlea des Meerschweinchens. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 117, 504 - 519 (1954)

NAGOETTE,J.: Phenomenes de secretion dans le protoplasma des cellules nevrogliques de la substance grise. C.R. Soc. Biol., Paris, 68, 1068 (1929)

NEUBERT,K.: Zur morphologischen Erfassung der Ansprechgebiete im Innenohr. Verh. anat. Ges. (1952)

NEUBERT,K.: Zur funktionellen Anatomie des Mittel- und Innenohrs. In F. Zöllner, Audiologie. Thieme Verlag (1954)

NEUBERT,K.: Experimentelle Erfassung der Ansprechgebiete im Innenohr. Sitzungsber. phys.-med. Ges. Würzburg, 1967, 92 - 100 (1954/55)

NEUBERT,K. und WÜSTENFELD,E.: Nachweis der zellulären Ansprechgebiete im Innenohr. Naturwissenschaften, Berlin 42, 350 - 351 (1955)

NIESSING,K.: Über systemartige Zusammenhänge der Neuroglia im Großhirn und über ihre funktionelle Bedeutung. Morph. Jb. 78, 537 - 584 (1936)

NIESSING,K.: Zellreaktion der Makroglia bei Narkose. Z. mikr. - anat. Frosch. 56, 173 - 189 (1950)

NIESSING,K.: Zellformen und Zellreaktionen der Mikroglia des Mäusehirns. Morph. Jb. 92, 102 - 122 (1952)

NIESSING,K.: Zum gegenwärtigen Stand der Neurogliaforschung. Sitzungsber. phys.-med. Ges. Würzburg, 67, 100 - 114 (1957)

OSEN,K.K. und JANSEN, J.: The cochlear nuclei in the common Porpoise, Phocaena phocarnae. J. Comp. Neur. 125, 223 - 258 (1965)

OSEN, K.K.: Cytoarchitecture of the Cochlear Nuclei in the Cat. J. Comp. Neurol. 136, 453 - 484 (1969 a)

OSEN, K.K.: The Intrinsic Organisation of the Cochlear Nuclei in the Cat. Acta oto - laryng. 67, 352 - 359 (1969 b)

PANNESE,E.: Number and Structure of perisomatic satellite cells ofspignalganglia under normal conditions or during axon regeneration and neuronal hypertrophy.
Z. Zellforsch. 63, 568 - 592 (1964)

PETERSEN,H.: Histologie und mikroskopische Anatomie
München (1935)

POLAK,M.: Morphological and functional characteristics of the central and periphere Neuroglia.
Progr. Brain Res. 15, 12 - 34 (1965) (Amsterdam)

ROBACK, H.N. und SCHERER, H.-J.: Über die feinere Morphologie des frühkindlichen Gehirns unter besonderer Berücksichtigung der Gliaentwicklung.
Virchows Arch. path. Anat. 294, 365 - 413 (1935)

ROBERTIS,E. and GERSCHENFIELD, H.M.: Submikroskopic morphology and function of glia cells.
Int. Rev. Neurobiol. 3, 1 (1961)

ROMEIS,B.: Mikroskop. Technik.
Verlag R. Oldenburg München (1948)

ROSE,J.E., GALAMBOS,R. and HUGHES,J.R.: Tonotopic organisation of frequency sensitive units of the cochlear nuclei of the rat.
Anat. Res., Philadelphia 127, 358 (1957)

SALA,L.: Über den Ursprung des N. acusticus. Arch. mikr. Anat. 42, 12 ff (1893)

SCHAFFER,J.: Zur Kenntnis der normalen und pathologischen Neuroglia. Ges. Neurol. Psychiat., tome XXX, (1915)

SCHIMPF,ST.: Über die Kerngrößenänderungen der Ganglienzell-Satelliten im med. Akk. nach dosierter Reintonbeschallung. (Meerschweinchen). Inaug. med. Würzburg (1971)

SHIMIZIU,Y.: The satellite cells in cultures of spinalganglia. Z. Zellforsch. 67, 185 - 195 (1965)

STÖHR,PH.: Lehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart (1969)

VIRCHOW,R.: Zitiert von BIELSCHOWSKY in Handbuch der Neurologie. Bd. 1/I , Berlin (1935)

WEIGERT,K.: Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia. Moritz Diesterweg Verlag, Frankfurt a.M. (1895)

WILHELM,E.: Quantitative Untersuchungen der Neuroglia in der Oliva sup. des Meerschweinchens nach Reintonbeschallung. Inaug. Diss. med. (1973)

WÜSTENFELD,E.: Experimentelle Beiträge zur Frage der Volumenänderung und Eindringdauer in der histologischen Technik.

WÜSTENFELD,E.: I. Mitteilung:
Der Einfluß von fünf Fixierungsflüssigkeiten auf das Volumen von Leber, Niere, Milz und Muskel bei Zimmertemperatur.
Z.wiss. Mikr. 62, 241 - 247 (1955)

III. Mitteilung:
Eindringdauer der Intermedien und Schrumpfung fixierter Organe bei der Paraffineinbettung.
Z. wiss. Mikr. 63, 9 - 15 (1956)

IV. Mitteilung:
Temperatureinfluß der Konservierungs- und Einbettungsmedien auf Gewebsvolumen und Eindringgeschwindigkeit.
Z.wiss. Mikr. 63, 86 - 95 (1956)

V. Mitteilung:
Einfluß des Fixierungsbeginnes auf Gewebsvolumen und Eindringgeschwindigkeit.
Z. wiss. Mikr. 63, 95 - 102 (1956)

VI. Mitteilung:
Der Einfluß von Fixierungsmitteln -beginn, Temperatur und Färbung auf die Kerngröße.
Z. wiss. Mikr. 63, 193 - 209 (1957)

WÜSTENFELD,E.: Zur Funktionsmorphologie subcorticaler Hörzentren.
Ärztl. Forsch. 26, 41 - 46 (1972)

WÜSTENFELD,E.: Experimentelle Untersuchungen zum Problem der Schallanalyse im Innenohr.
Z. mikr.-anat. Forsch. 63, 327 - 387 (1957)

WÜSTENFELD,E. und GLEISS,H.: Das Medulläre Akustikusgebiet und seine Reaktion auf Reintonbeschallung (Meerschweinchen). Anat. Anz. Erg. H. 125, 447 - 459 (1969)

WÜSTENFELD,E. und HALBFAS,E.: Über die Beeinflussung der Kerngröße im Ganglion spirale cochleae durch Reintonbeschallung. Z. Zellforsch. 67, 271 - 278 (1965)

WÜSTENFELD, E. und KALLENBACH G. u. H.: Über die Beeinflussung von Kerngröße und Nisslsubstanz in den Ganglienzellen des med. Ak.komplex nach Reintonbeschallung (Meerschweinchen). Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 131, 353 - 363 (1970)

WÜSTENFELD, E. und MÖSELER, H.P.: Über die Kerngröße im Ganglion spirale cochleae während der perinatalen Entwicklungsphase. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 132, 282 - 290 (1970)

WÜSTENFELD,E. und SCHILLING,R.: Veränderungen der Nisslsubstanz im Ganglion spirale cochleae unter Reintonbeschallung. Z. Zellforsch. 71, 517 - 524 (1966)

WÜSTENFELD,E. und SPRENGER,F.H.: Variationsstatistische Untersuchungen an den Sinneszellen des cortischen Organs vom Meerschweinchen. Z. Zellforsch. 48, 720 - 734 (1958)

ZEIGER,K.: Diskussionsbeitrag zum Vortrag KULENKAMPFF,H.: Das Verhalten der Neuroglia unter dem Reiz physiologischer Tätigkeit. Verh. Anat. Ges. 262 - 263 (1952)

X. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

med. Akk.	-	medialer Akustikuskomplex
al	-	anterolateral
ml	-	mediolateral
dl	-	dorsomedial
Et.	-	Embryonaltage
Lt.	-	Lebenstage
S/G	-	Satellit(en)/ Ganglienzelle

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. med. Ewald Wüstenfeld für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit recht herzlich danken.

Frau Jutta Karimi danke ich für ihre Hilfe bei der histologischen Aufarbeitung des Untersuchungsmaterials, Frau Hildegard Tersch für ihre Unterstützung bei der Anfertigung der Diagramme, Frau Ursula Sauerbier für ihre photographische Mitarbeit und Frau von Zitzewitz für ihre bibliographische Unterstützung.

LEBENSLAUF

31.12.1939	in Liebau / Schlesien geboren
1947	Übersiedlung nach Netzschkau / Vogtland
1947 - 1955	Besuch der Grundschule in Netzschkau / Vogtland
1955 - 1958	Besuch der Goethe-Oberschule in Reichenbach/ Vogtland
1958	Übersiedlung nach Berlin-West
1960	Abitur an der Sophie-Scholl-Schule in Berlin - Schöneberg
1960 - 1967	Medizinstudium an der Freien Universität Berlin und Universität Zürich
1965	Geburt des ersten Kindes
25.3.1968	Medizinisches Staatsexamen an der Freien Universität Berlin
1968	Geburt des zweiten Kindes
21.5.1971	Approbation als Arzt
1971 - 1975	Dermatologische Ausbildung im Städtischen Krankenhaus Spandau - Nord.
25.6.1975	Facharztanerkennung als Fachärztin für Haut- und Geschlechtskrankheiten
April - September 1975	Personalärztin im Städtischen Krankenhaus Wilmersdorf
Seit Februar 1976	Wissenschaftliche Assistentin am Anatomischen Institut der Freien Universität Berlin